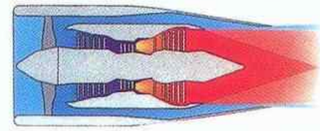
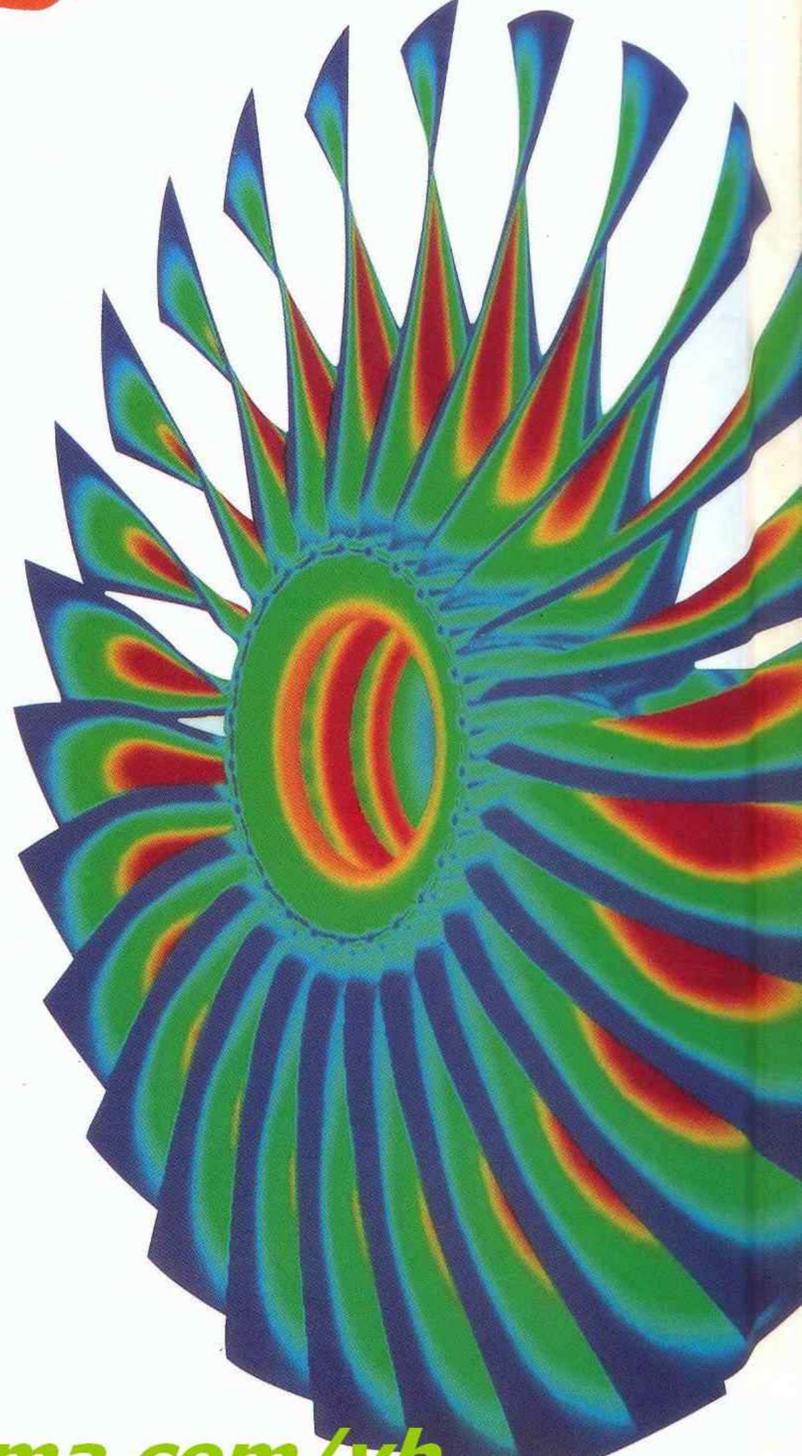
DK مشاهـدات علميـة

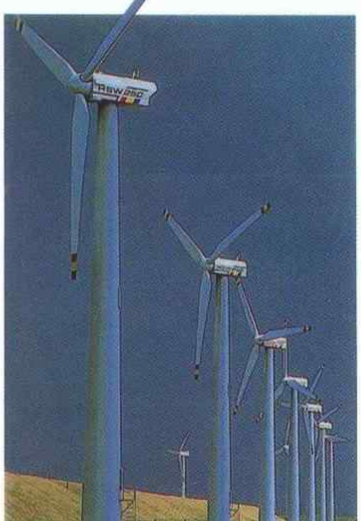


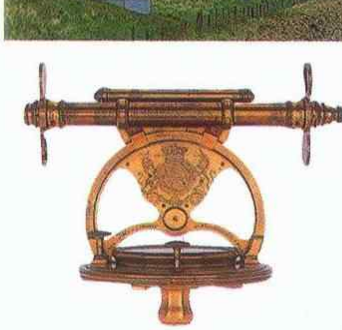
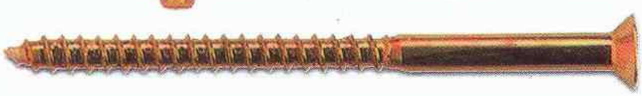




التكنولوجيا

اكتشف دور التكنولوجيا فى تغيير أسلوب حياتنا اليومية .. من أضخم البنايات إلى أصغر الأجهزة الإلكترونية





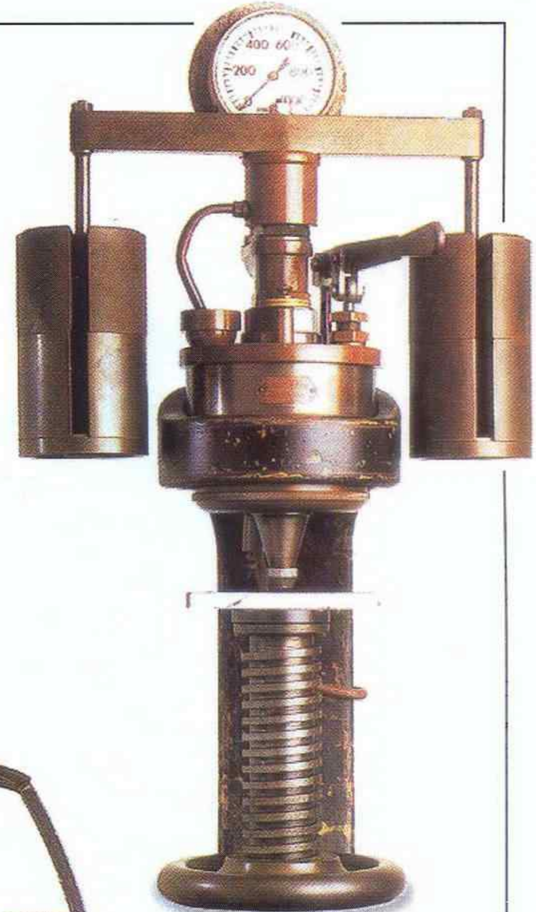



www.ibtesama.com/vb

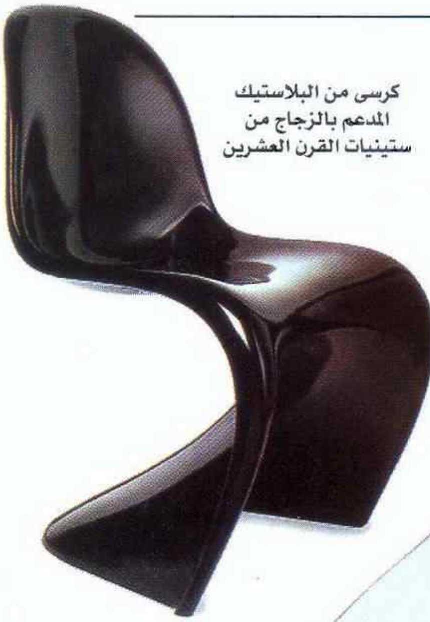
مشاهدات علمية

التكنولوجيا





آلة لاختبار
صلابة المعادن



كرسي من البلاستيك
المدعم بالزجاج من
ستينيات القرن العشرين



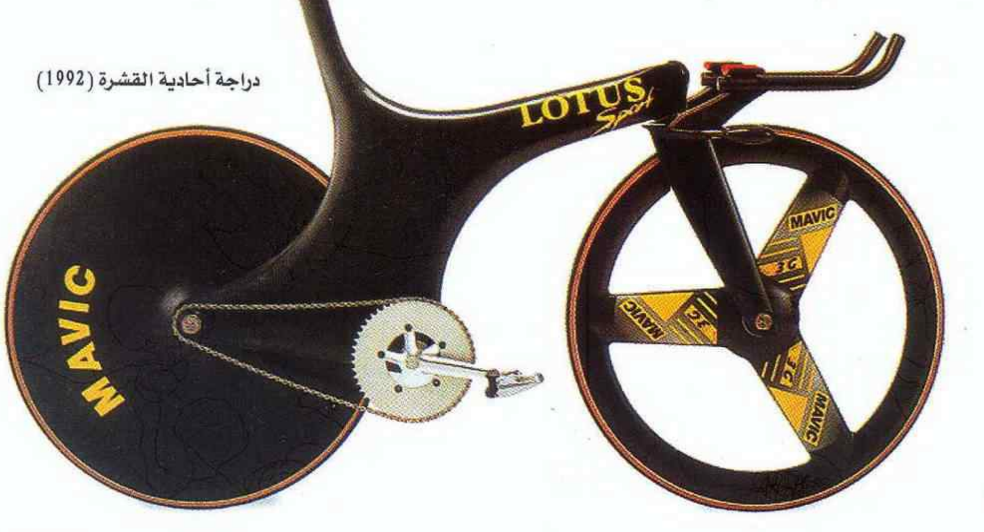
مكنسة إعصارية
(1993)



خلاط الطعام (1992)



جهاز تسجيل من
عشرينيات القرن العشرين



دراجة أحادية القشرة (1992)

مشاهدات علمية



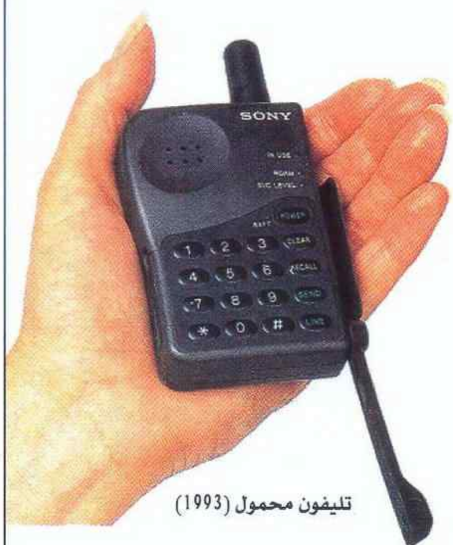
لسان السحب فى غطاء
علبة من الألومنيوم



الألومنيوم

التكنولوجيا

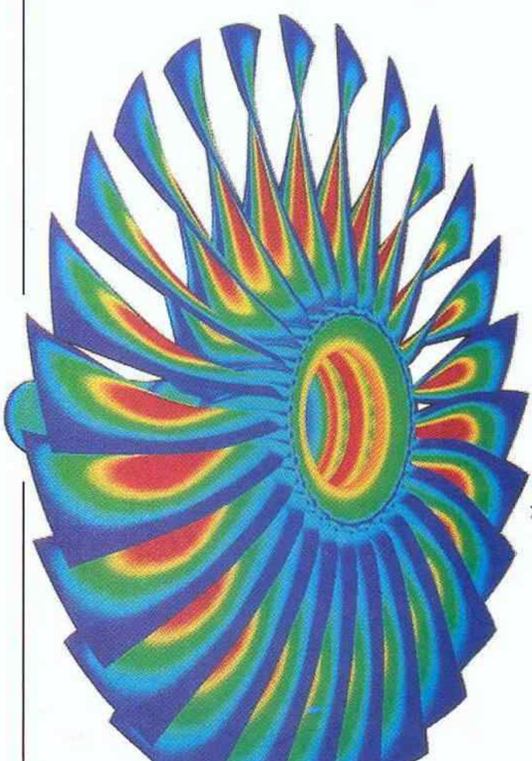
تأليف: روجر بريدجمان



تليفون محمول (1993)



لعبة عبارة عن مضخة ماء
مصنوعة من مواد أعيد تدويرها



محاكاة باستخدام
الكمبيوتر لأنصال مروحة
طائرة عند الإقلاع



ثيودوليت
(القرن الثامن عشر)

نهضة مصر
للطباعة والنشر والتوزيع



صنع إناء فخارى بطريقة اللف



حمولة موضوعة على دعامة



مصباح زيت



ميكروميتر



صمام مصغر (1950)

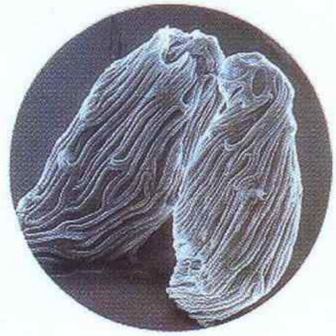
اسم السلسلة: مشاهدات علمية

العنوان: التكنولوجيا

تأليف: روجر بريدجمان

ترجمة: د. ماجدة منصور حسب النبى

إشراف عام: داليا محمد إبراهيم

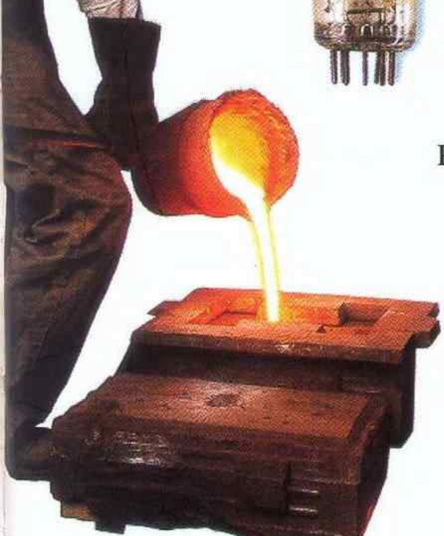


صورة مجهرية إلكترونية لبذور نبات الأوركيد

'A Dorling Kindersley Book'
www.dk.com
Original Title: Eyewitness Guides: Technology

Published by arrangement with Dorling Kindersley Limited,
80 Strand, London WC2R0RL.

ترجمة كتاب Technology
تصدرها شركة نهضة مصر للطباعة والنشر والتوزيع
بترخيص من DK



صب المعدن فى مسبك



اختبار المحرك النفاث

نهضة مصر
للطباعة والنشر والتوزيع
أسسها أحمد محمد إبراهيم سنة 1938

الترقيم الدولى: 3-3938-14-977 | رقم الإيداع: 2007/16002 | الطبعة 1 : يوليو 2007

الإدارة العامة :
21 شارع أحمد عرابى - المهندسين - الجيزة
تليفون: 33466434 - 33472864 02
فاكس: 33462576 02

المركز الرئيسى :
80 المنطقة الصناعية الرابعة - مدينة 6 أكتوبر
تليفون: 38330287 - 38330289 02
فاكس: 38330296 02

مركز التوزيع :
18 شارع كامل صدقى - الفجالة - القاهرة
تليفون: 25909827 - 25908895 02
فاكس: 25903395 02

فرع الإسكندرية :
408 طريق الحرية - رشدى
تليفون: 5462090 03

فرع المنصورة :
13 شارع المستشفى الدولى التخصصى - متفرع من شارع عبد السلام عارف - مدينة السلام
تليفون: 2221866 050

Website: www.nahdetmisr.com
E-mail: publishing@nahdetmisr.com — customerservice@nahdetmisr.com

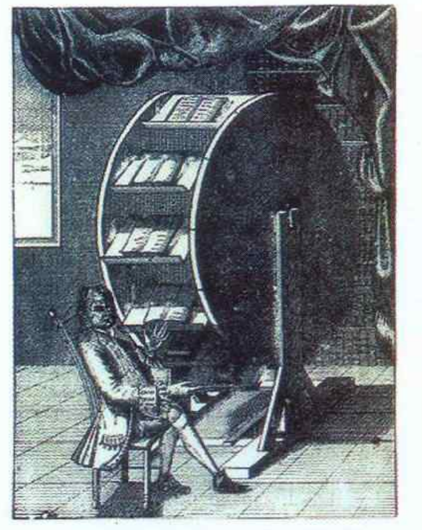
المحتويات



لحام بغاز خامل التنجستين

ما التكنولوجيا؟

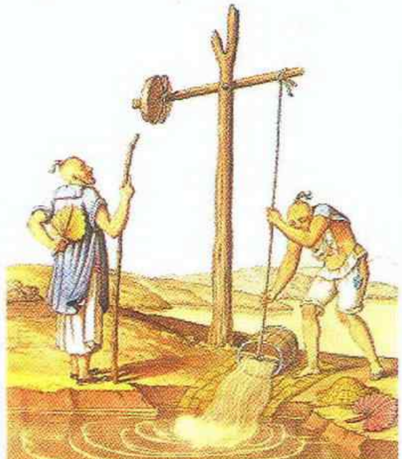
التكنولوجيا هى علم وفن صناعة واستعمال الأشياء. والإنسان هو الوحيد القادر على تحويل المواد الموجودة فى الطبيعة (المواد الخام) إلى أدوات وآلات وأجهزة تساعده على الحياة. وبالرغم من أن الحيوانات تستطيع هى الأخرى صنع أشياء واستخدام أدوات بسيطة، فطريقتهم فى ذلك لا تتغير على مر العصور. أما التكنولوجيا البشرية فهى مختلفة، فالإنسان تتولد لديه كل يوم احتياجات جديدة وهو دائم الابتكار لطرق حديثة لتلبية هذه الاحتياجات كما أن لديه القدرة على ملاحظة وتقييم ما يكتشفه بطريق المصادفة. فاكتشاف النار – على سبيل المثال – وما ترتب عليه من تحويل الطين إلى فخار أو تحويل الصخور إلى معادن– هو الذى مهد الطريق للعالم الحديث. وخلال القرون القليلة الماضية اكتشف العلماء كيف تعمل الآلات والمواد، وباستخدام هذه المعرفة طورالإنسان المواد القديمة واخترع موادَّ جديدة. كذلك أصبح للعلوم والرياضيات تأثير كبير فى صناعة المنتجات المختلفة صغيرها وكبيرها، من لباس البحر إلى الطائرات. إن صنع الأشياء يبدأ بالتصميم والتخطيط، أى بأن نعرف ما نحتاج إليه وكيف نلبى تلك الاحتياجات. وفى الوقت الحالى توفّر للمصممين (ص52–53) تنوعًا كبيرًا فى الخامات والمكونات وأساليب التصنيع التى يستطيعون بها تنفيذ مالديهم من أفكار، وكثير من عملهم يمكن تنفيذه باستخدام الكمبيوتر. إلا أن إنتاج شىء جديد يعمل بكفاءة، ولا يتكلف الكثير من المال ـ وفى الوقت نفسه يحوز إعجابَ مستخدميه ـ لا يزال فنًّا خالصًا يختص به الإنسان.



عجلة القراءة من العصر الفكتورى

إن الحاجة للاختراع قوية، فهذه الآلة من القرن الـ 19 كانت محاولة لتقديم خدمة نحصل عليها الآن باستخدام الكمبيوتر الشخصى (ص 55)؛ فبإدارة هذه العجلة يمكن لباحثى عصر ما قبل الكمبيوتر الوصول إلى مجموعة متنوعة من المطبوعات. لكن المخترع المجهول لعجلة القراءة تلك – شأنه شأن كثير من المخترعين المبتدئين – لم يضع فى اعتباره صعوبة استخدامها وتكلفتها الباهظة.





الشادوف الصينى

لا يستطيع الناس العيش بدون مصادر مياه آمنة وكافية يشربون منها ويستخدمونها فى معيشتهم ومحاصيلهم الزراعية وحيواناتهم (ص 44–45). وأماكن كثيرة كان من الممكن أن تصبح شديدة الجفاف بدون الوسائل الإبداعية التى ابتكرها الإنسان للتحكم فى الماء وتوزيعه (ص22) فمثلاً هذه الآلة التى تشبه الرافعة والتى تسمى بالشادوف ظلت تستخدم فى جميع أنحاء قارة آسيا لآلاف السنين. وقد أضاف مصمموها الماهر ثقل فى نهاية عامود مما سهَّل حمل دلاء من ماء النهر إلى قنوات الرى التى تنقل الماء إلى المحاصيل العطشى.



رحلة جوية عبر القناة

لم يكن الإبداع الفنى كافيًا ليحقق للإنسان حلمه فى الطيران، فقد استلزم الأمر الكثير من العلم والتقدم فى مجال الرياضيات حتى ترتفع الطائرة عن الأرض. وفى عام 1909 بنى رجل الصناعة الفرنسى الثرى لوى بلوريو (1872–1936) هذا التركيب الهش المصنوع من الخشب والأسلاك والخيش وسماه «بلوريو الحادى عشر». طار بلوريو على متن هذه الطائرة من فرنسا إلى إنجلترا وفاز بجائزة قدرها 1000 جنيه إسترلينى لأول طائرة تدور بقوة آلية تعبر البحر.

الطيران باستخدام قوة البخار

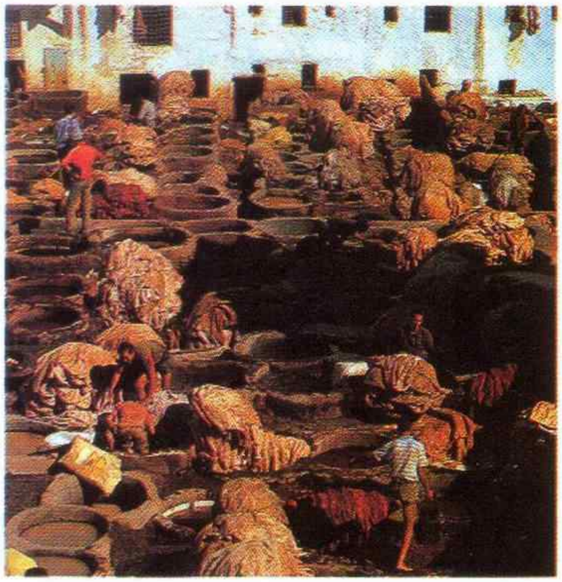
هذه الماكينة هى آلة طيران تعود للقرن الـ 19 وتعمل بالبخار، إلا أنها تبين عدم الفهم لطريقة الرفع التى يحتاجها الإنسان ليبقى محمولا فى الجو، ناهيك عن المحرك البخارى الثقيل المربوط إلى صدره. وحتى لو استطاع هذا الطيار الطموح أن يصعد فى الهواء فلا توجد طريقة لتوجيه هذا الجهاز يمينًا أو يسارًا.





طبقة ثانية من جلد الإنسان

لقد ساعدت الملابس المصنوعة من اللدائن الحديثة على تحسين الأداء فى الرياضة. لباس البحر هذا مثلاً مصنوع من مادتى النايلون والليكرا (لدائن مطاطة)، حيث إن متانة النايلون تعنى أن النسيج يمكن أن يكون رقيقًا بينما تجعله الليكرا يلتصق بالجسم بدون كسرة واحدة وكأنه طبقة ثانية من جلد الإنسان.



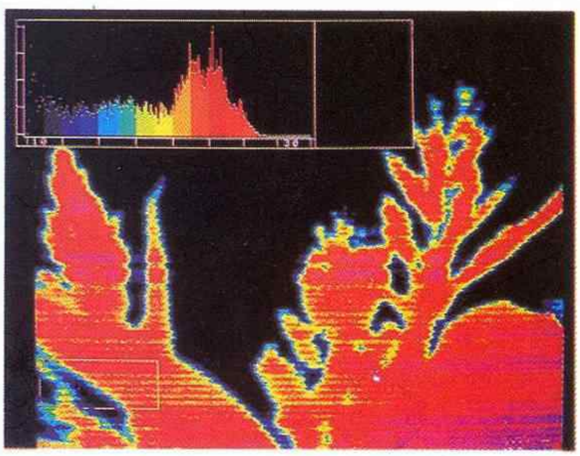
دبــغ الجلــود

ربما يكون دبغ جلود الحيوانات لصنع الجلد هو أقدم عملية صناعية. إن الطريقة التقليدية ـ كما توضح تـلـك الصـورة مـن المغـرب ـ تسـتـخـدم مستخلصات بعض المواد مثل لحاء الأشجار الغنى بمادة كيميائية تسمى التانين. وتستغرق الدباغة بهذه الطريقة عدة أسابيع، أما الدباغة بالطريقة الحديثة التى تستخدم مركبات الكروم فتستغرق يوما أو يومين فقط. وفى كل من الطريقتين تتحول طبقة الجلد التى تلى الفراء إلى مادة قوية لِيفيَّة وهى فى الوقت نفسه مرنة ومقاومة للتآكل. تعالج جلود الحيوانات أولاً بـالجير لإزالة الشعر وبعد تـنظيفه بالملح والحمض يصـبـح جـاهـزًا لـلـدبـغ ولصناعة الجلد.



طـائـرة حربيـة

أحدث المواد والمهارات والأفكار تجتمع معا من أجل إنتاج الأشكال الأنيقة والانسيابية للطائرات الحديثة التى تطير كأسلافها المغطاة بالخيش بدفع أجنحتها خلال الهواء بسرعات عالية. ويعمل شكل الجناح الخاص على انخفاض ضغط الهواء المندفع فوقه، بينما يدفعه الهواء الذى يمر أسفله إلى أعلى متغلبا على الجاذبية الأرضية. لكن الطائرة البريطانية هارير التى قامت بأول رحلة لها عام 1966 ابتكرت طريقة أحدث فى الطيران، إن محركاتها النفاثة القوية (ص36) يمكنها أن توجه ضغطًا شديدًا إلى أسفل دافعة بالطائرة لأعلى بطريقة عمودية انطلاقًا من أى سفينة أو أى قاعدة صغيرة، وذلك قبل أن تزيد من سرعتها إلى الأمام حتى تصل إلى 1180 كم/س (740 ميلاً/س).



زيادة محصول الذرة السكرية

تعمل التكنولوجيا والعلوم معا لمعالجة المشكلات الملحة التى قد يحدث بعضها بسبب التكنولوجيا نفسها. فقد استخدم الإنسان التصوير بالأشعة تحت الحمراء (ص 59) للكشف عن مدى استجابة حبوب الذرة السكرية للرى (انظر الصورة). والهدف من هذا هو زيادة المحصول والذى يمكن تخميره لإنتاج وقود حيوى، كالكحول مثلاً. ربما يحل هذا الوقود فى يوم من الأيام محل مخزون البترول الذى يتناقص بمعدلات سريعة.

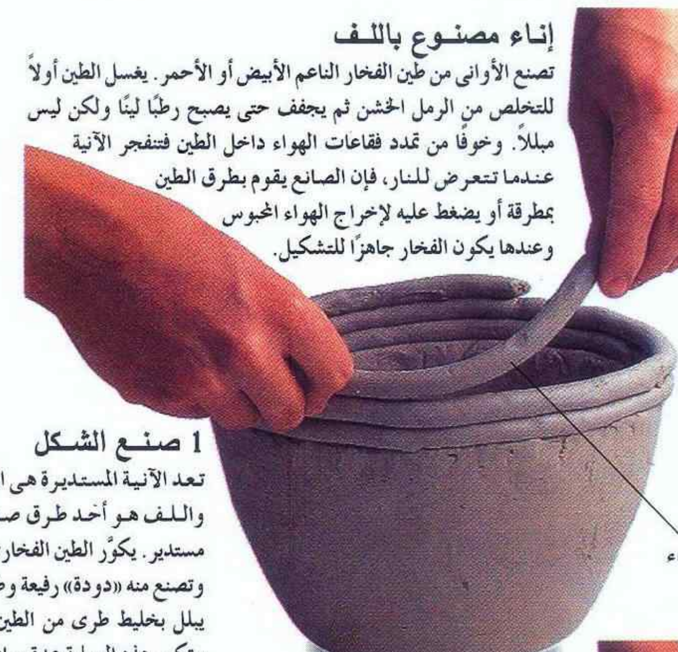
تحويل المواد

منذ عدة آلاف مضت من السنين بدأ الناس فى اكتشاف طرق لتحويل المواد البسيطة التى يجدونها حولهم إلى أشكال مفيدة تستطيع مساعدتهم فى البقاء على قيد الحياة بالرغم مما يحيط بهم من مخاطر. طين الفخار الطرى مثلاً، كان متوافرًا على الدوام فى كل مكان ومن السهل تشكيله، إلا إنه كان هشًا. بينما عندما يتعرض للنار فإنه يتحول إلى الجسم الصلب الذى لا ينفذ الماء من خلاله فيصلح لعمل آنية الطهى أو «برطمانات» التخزين. حتى الرمل العادى يمكن تحويله عن طريق تسخينه مع مواد أخرى لصنع المادة الملساء الشفافة التى تسمى بالزجاج. وكذلك تنتج معادن قوية وصلبة عديدة عند تسخين أنواع من الصخور مع المواد المناسبة. كل هذه العمليات تحتاج إلى طاقة وغالبًا ما تكون هذه الطاقة فى شكل حرارة. وحتى الآن فنحن مازلنا نُجرى هذه العمليات لكن على نطاق واسع وباستخدام طاقة أكثر بكثير من التى كانت تستخدم فى الماضى.

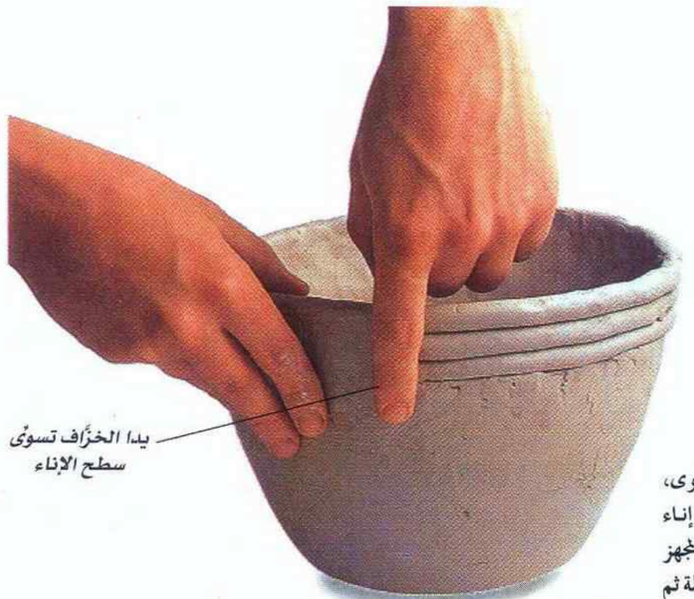


الحرف اليونانية
زُخرفت قاعدة هذا الكوب اليونانى القديم بكشط الطبقة السوداء الرقيقة لإظهار الصلصال الأحمر تحتها. ويظهر الرسم عامل حرفى يشكل الجلد على هيئة صنادل متينة.

إناء مصنوع باللف
تصنع الأوانى من طين الفخار الناعم الأبيض أو الأحمر. يغسل الطين أولاً للتخلص من الرمل الخشن ثم يجفف حتى يصبح رطبًا لينًا ولكن ليس مبللاً. وخوفًا من تمدد فقاعات الهواء داخل الطين فتنفجر الآنية عندما تتعرض للنار، فإن الصانع يقوم بطرق الطين بمطرقة أو يضغط عليه لإخراج الهواء المحبوس وعندها يكون الفخار جاهزًا للتشكيل.



1 صنع الشكل
تعد الآنية المستديرة هى الأقوى، واللف هو أحد طرق صنع إناء مستدير. يكوَّر الطين الفخارى المجهز وتصنع منه «دودة» رفيعة وطويلة ثم يبلل بخليط طرى من الطين والماء. وتكرر هذه العملية عدة مرات.



2 تسوية السطح
يقوم بعد ذلك الخزَّاف بتسوية «التلال» التى تصنعها لفات الطين الفخارى حتى تصبح فى نفس مستوى «الوديان» التى تقع بينها إما باستخدام اليد أو بأداة خاصة للتسوية. وبعد أن تجف الآنية تعرض للنار بتسخينها على درجات حرارة عالية فى فرن خاص يسمى التَّنور.



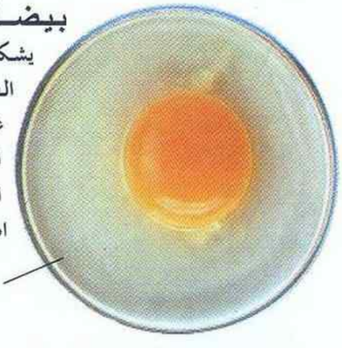
3 الطلاء اللامع
بعد 8 إلى 10 ساعات من التعرض للنار يكون الطين قد تحول إلى مادة قوية ولكنها مسامية (تنفذ منها السوائل) تعرف باسم «البسكويت»، ولكى يصلح الإناء للاستخدام يجب أن يطلى سطحه بطلاء لامع لتغطيته بطبقة من الزجاج. تحتوى الطبقة اللامعة على مكونات الزجاج بعد إذابتها فى الماء بالإضافة إلى مواد كيميائية أخرى لإكساب اللون.



4 الإناء فى صورته النهائية
يوضع الإناء فى النار مرة ثانية فيتحول الطلاء الخارجى إلى زجاج منصهر يغطى السطح ليعطى مظهرًا جميلاً.

بيضـة نيئـة

يشكل البروتين الجانب الأكبر في العديد من المنتجات الطبيعية، كهذه البيضة مثلا. ويستخدم البيض - منذ عصور ما قبل التاريخ - كمصدر للبروتين وليس للطعام فقط. ونظرًا لأنها تتكون من جزيئات كبيرة فإن السوائل البروتينية مثل زلال البيض تكون لزجة ويمكن استخدامها كغراء أو كمادة تساعد على تماسك الطلاء.



بيضـة مطهـوة

بعد تسخين البيضة في ماء مغلي فإن البروتين الموجود في الزلال لن يظل على حالته سائلاً شفافًا كما كان، إنما يتغير تركيبه الكيميائي ويتحلل لتصبح البيضة أسهل في الهضم.



تكنولوجيا الطهو

إن الطعام مثل أي شيء آخر مكون من جسيمات صغيرة جدًا تسمى ذرات تتجمع مع بعضها البعض مكونة جزيئات. تحول الحرارة المواد عن طريق إمداد جزيئاتها بالطاقة التي تحتاجها لتغير نفسها إلى جزيئات مختلفة. والطهو، يكسر الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات أصغر وأسهل في الهضم، ويضفي ملمسًا جديدًا ونكهات جديدة. الخليط في هذه الآلة هو عجينة دهنية سوف تغيرها كيمياء الطهو إلى بسكويت لذيذ.



صنـع الزجـاجـات

بدأ تصنيع الزجاج منذ أكثر من 6000 عام. وكان إنتاجه يتم بتسخين الرمل مع الصودا وحجر الجير. أما الزجاج الحديث فيحتوي على مكونات أخرى لتحسين اللون وإكساب الزجاج صفات خاصة مثل مقاومة الحرارة. والزجاج يبدو كمادة صلبة ولكنه في الحقيقة سائل بطيء الحركة. وإذا تم تسخين الزجاج إلى درجة الاحمرار فإنه يبدأ في التدفق بسرعة أكبر ويصبح بالإمكان تصنيعه في أشكال معقدة باستخدام النفخ أو التشكيل في قالب أو باستخدام الطريقتين معًا. وحيث إن الزجاج مقاوم للتآكل فإنه يصبح مفيدًا في صنع الزجاجات والبرطمانات ولكنه للأسف هش أيضًا؛ ولذا يجب أن تكون الزجاجات سميكة لتتحمل الاستخدام اليومي. وبوجه عام إذا أراد الإنسان أن يصنع منتجًا يتميز بالشفافية والصلابة معًا - كما في النوافذ أو عدسات الكاميرا - فليس هناك نظير للزجاج.



حجـر جـيـري



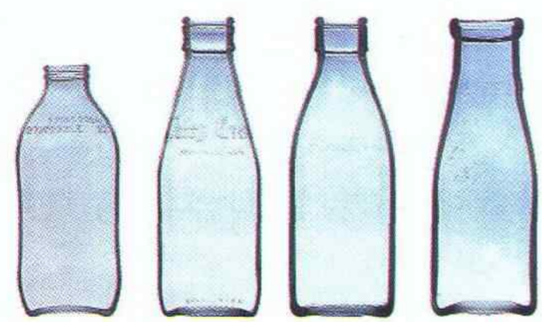
رمـل



صـودا

العناصر الأساسية

تدخل في صناعة الزجاج مواد متوافرة بكثرة مثل: الرمل والصودا والحجر الجيري. تتجمع هذه العناصر معًا لتنتج زجاجًا سهل الانصهار مقاومًا للماء.



1955-540 جم | 1965-456 جم | 1975-340 جم | 1985-242 جم

تغيير أشكال الزجاجات

تستوعب هذه الزجاجات الأربع نفس الكمية من اللبن، لكن أقدم زجاجة تزن ضعف وزن أحدث زجاجة. وقد أدت خفة الوزن في التصميمات المطورة إلى توفير في تكلفة النقل يعود على كلٍّ من البائع والمستهلك.

نموذج لزجاجة

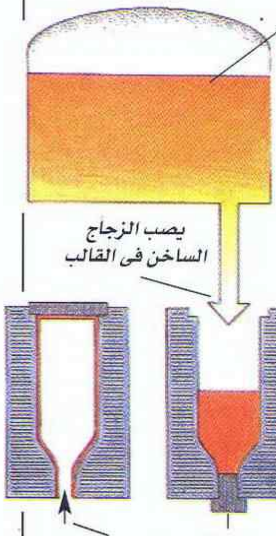
تأخذ الزجاجات أشكالا عديدة وأحجامًا مختلفة، وقد صممت كل منها لغرض محدد. وقد يرفض المتسوّقون الزجاجات التي لا تبدو ملائمة للمنتج الذي تحتويه أو التي تبدو صغيرة جدًا. فيستخدم صانعو الزجاج نماذج لزجاجات مثل هذا النموذج المصنوع من البلاستيك لزجاجة كاتشب أو يستخدمون التصميم بالكمبيوتر (ص 55) لمعرفة شكل الزجاجة الجديدة بعد الانتهاء من تصنيعها.





نفـخ الزجـاج

تنفخ معظم الزجاجات من الزجاج المنصهر في بضع ثوان في آلات أوتوماتيكية ضخمة. ينزل الزجاج في قالب مُنكّس ويدفع الزجاج إلى أعلى بهواء مضغوط، بعد النفخ تبرد الزجاجات ببطء لمنع الانقباضات غير المستوية التي يمكن أن تؤثر على الزجاج.



تشكيل الزجاجة في قالب

تشكل الزجاجات باستخدام الهواء. ومن الممكن أن يتم ذلك يدويًا وذلك بإغلاق قالب معدني بإحكام على فقاعة من الزجاج المنصهر يتم نفخها فيشكل ضغط الهواء الزجاجَ على شكل القالب. معظم الزجاجات الآن تصنع بالماكينات الآلية ولكن الطريقة تظل ثابتة.

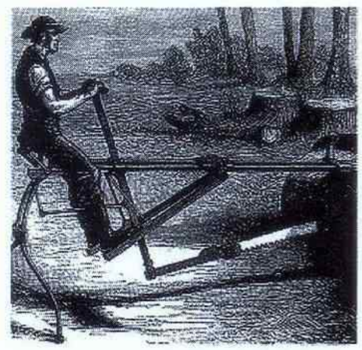
قطـع المـواد

غيرت التكنولوجيا تنظيم العالم ليلائم احتياجاتنا. ومن أهم هذه التغييرات فصل شيئين متصلين ببعضهم البعض فى الطبيعة مثل الشجرة وفروعها أو الحيوان وجلده. وغالبا ما يستخدم فى ذلك القطع ويتم بواسطة ضغط موضعى شديد للتغلب على القوى التى تربط المواد مع بعضها البعض. ويزداد الضغط كلما قلت المساحة التى يعمل فيها. فبما أن مساحة حافة السكين صغيرة جدًّا فإنها تشق طريقها بسهولة فى المواد التى يصعب فصلها بأى طريقة أخرى. ونظرًا لأن نصل السكين يتعرض لنفس الضغط الذى يتعرض له أى شىء يقطعه فيجب أن يكون السكين مصنوعًا من مادة أقوى. وتعد بعض أنواع الأحجار مثل حجر الصوان وصخر السيج (زجاج طبيعى) قوية بالدرجة الكافية لقطع مواد طبيعية كما يسهل تشكيلها إلى حواف حادة. هذه الفأس المصنوعة من حجر الصوان منذ 20000 عام (يمين) هى جزء من قطعة أكبر من حجر صوان تم فصله بطَـرْقه بصخرة أخرى. بعد ذلك تم صقل الحواف بعناية ليخرج النصل الحاد النهائى. ظلت الأدوات المصنوعة من حجر الصوان ـ مثل هذه الفأس ـ مستخدمة لآلاف السنين، ولكن ثبت أن المعادن تؤدى إلى نتائج أفضل لأنها متينة (مقاومة للكسر) علاوة على أنها قوية (ص 12–13). بالإضافة إلى السكاكين والفئوس هناك آلات أخرى للقطع والتشكيل مثل المقصات والمجزات، تعمل بطريقة مختلفة فهى تفصل بين المواد وتدفعها فى اتجاهات متضادة.


فأس يدوية من العصر الحجرى

فأس من العصر الحجرى

بدأت التكنولوجيا من الصفر، فقبل اكتشاف المعادن استخدم الناس فى أعمالهم ما وجدوه حولهم فاستخدموا حجر زجاجى صلب يسمى الصوان فى التقطيع والتشكيل، حيث ينفصل هذا الحجر بسهولة إلى رقائق مكونا حافة حادة بشكل طبيعى.

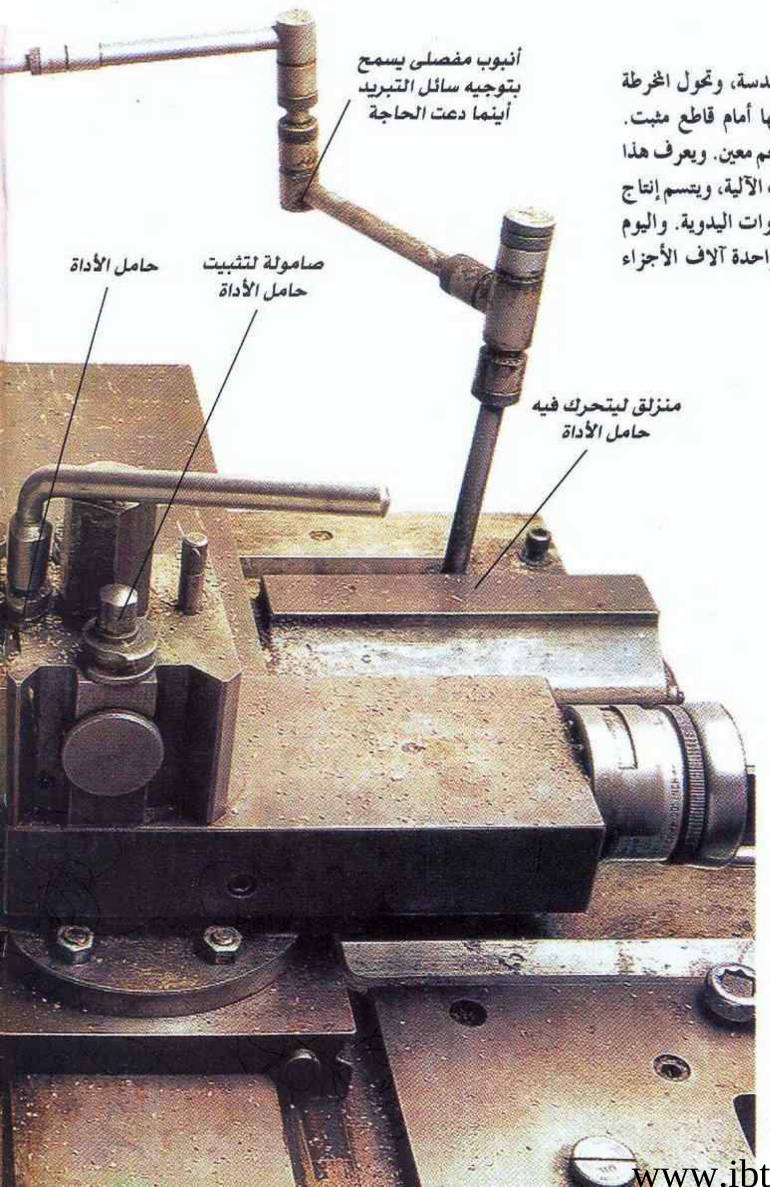


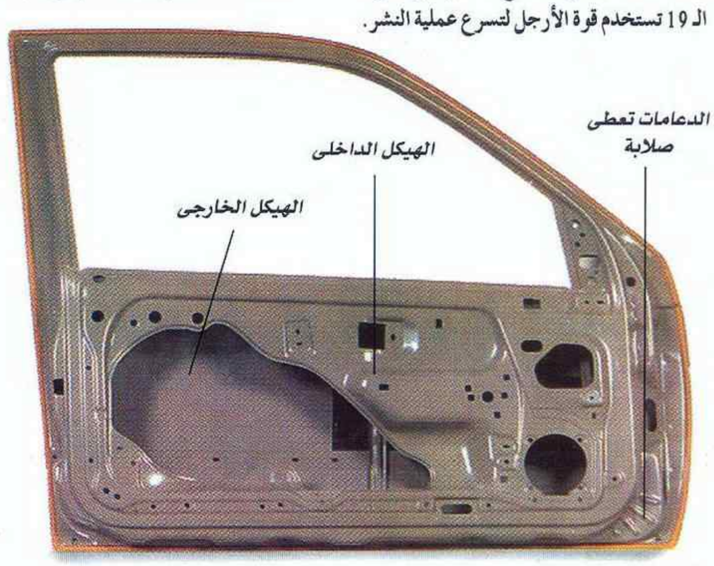
المنشـار العبقـرى

فى كل مرة يمر فيها المنشار بالخشب يقطع جزءًا قليلاً من أليافه القوية، ثم يزيل المادة المفككة ليصل إلى ما بعدها. ولكن النشر بطىء ومرهق. هـذه الآلة العبقرية لقطع الخشب من القرن الـ 19 تستخدم قوة الأرجل لتسرع عملية النشر.

آلـة القطـع

تعد الخرطة واحدة من الأدوات الأساسية فى الهندسة، وتحول الخرطة الأجزاء إلى مقاطع عرضية دائرية عن طريق لفها أمام قاطع مثبت. ويظهر بالصورة قطعة نحاسية تشكلها الخرطة بحجم معين. ويعرف هذا النوع من أدوات التقطيع الضخمة الثابتة بالأدوات الآلية، ويتسم إنتاج هذه الأدوات بالكثرة والدقة مقارنة بما تنتجه الأدوات اليدوية. واليوم تنتج الخرطة الأوتوماتيكية الحديثة فى الساعة الواحدة آلاف الأجزاء متناهية الدقة (ص55) بتحكم من الكمبيوتر.





تشـكيل السيـارت

فى إنتاج السيارات (ص 42–34) نحتاج لنفس الشكل مرات عديدة، لذلك تصنع الأدوات بحيث يتم تشكيل الأجزاء بعدة ضربات قليلة فقط. ويمكن ضغط لوح الفولاذ لتشكيله داخل قالب فولاذى آخر منحوت، وإذا كانت هناك حاجة للفتحات – كما هو الحال هنا حيث الفتحات ضرورية لصنع النوافذ – فيمكن فتحها بخرّامة تركب بدقة داخل الفتحة فى القالب. تقوم الخرامة بدفع المعدن من خلال الفتحة وتقصه عند الأطراف، تستخدم خرامات الأوراق نفس الفكرة.

تشكيل القصدير

على الرغم من قوة المعادن فإنها مرنة وقابلة للتشكيل باليد. وعلى عكس الخشب، فالمعادن لا يوجد بها تجزُّعات، لذا تكون نظيفة مستوية بعد قطعها باليد. تتميز المعادن أيضًا بأنها تحتفظ بشكلها عند ثنيها. فالفولاذ الرقيق نستطيع تشكيله فى يسر ويمكن التغلب على عيبه الوحيد وهو الصدأ بتغطيته بطبقة من القصدير لإنتاج صفيحة فولاذية مقصدرة. وتستخدم هذه الصفائح الفولاذية المقصدرة عادة فى صناعة العلب ولكن الحرفيين يستخدمونها فى بعض الأحيان فى صنع الأوانى المنزلية البسيطة. ويتم قص الأجزاء المختلفة لأى مغرفة (ص12) باستخدام مقراض صغير وهو آلة تشبه المقص ولكنه يتميز بقوة رفع أعلى ولذلك ينتج قوة أكبر. بعد ذلك يستخدم الطَّرْق الخفيف لتسوية أية نتوءات.



القاعدة

المقبض

الجزء الأساسى من المغرفة

التشكيل باستخدام «الزردية»

للمعادن خاصية مفيدة وهى أن معالمها تتغير تمامًا عندما تتعرض لضغط عال دون أن تفقد قوتها. هذا العامل يستخدم «الزردية» لثنى وتشكيل الفولاذ المقصدَر لعمل أداة تقطيع عجينة البسكويت. ومن خواص المعادن أنها تصبح أكثر صلابة عندما تنثنى، وهو التأثير الذى يسمى «التصليد بالتشغيل» وتساعد المنتج فى الحفاظ على حالته وقت الاستخدام. تظهر هذه العملية البطيئة بوضوح الحرفة القديمة لعامل القصدير وتروق لهؤلاء الذين يفضلون المنتجات اليدوية.

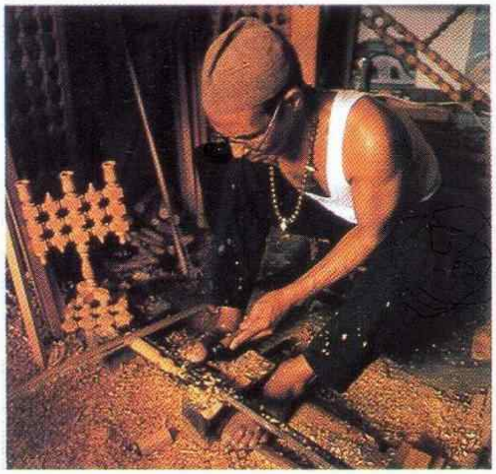


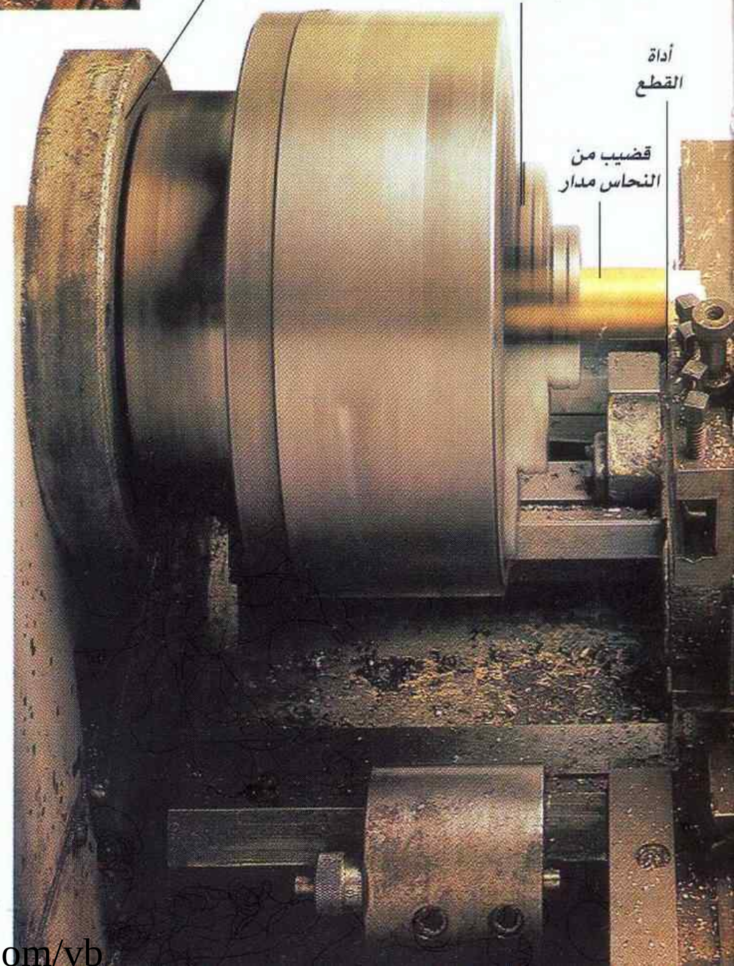
أداة تشكيل البسكويت فى صورتها النهائية

تستخدم «الزردية» لتشكيل الحواف القاطعة

تشكيل الخشب فى المغرب

يقوم هذا العامل اليدوى المغربى بإنتاج أجزاء خشبية للزينة من قطعة خشب مثبتة بين نقطتى ارتكاز تدار بالأقدام تاركة للأيدى مهمة التحكم بمهارة فى أداة القطع. ولآلاف السنين، والعمل يتم بواسطة مخارط أقل بدائية تدار بدواسة تجذب حبلاً مشدودًا حول الخشب. أما المخارط الحديثة فهى آلات دقيقة تمسك بقطعة الخشب المراد تشكيلها بقوة فى «ظرف دوار»، وتثبت آلتها القاطعة بإحكام فى حامل يتحرك بواسطة أداة لتوجيه الحركة تضمن دقة متكررة مع كل قطعة. إلا أن هذه المخرطة البسيطة تنتج انحناءات ذات جاذبية متفردة وسحر ليس له مثيل.





أنبوب سائل التبريد (تم تصويره وهو مغلق حتى يظهر بوضوح)

غراب ثابت: يضمن استمرارية العمل

ظرف المخرطة: يثبت الجسم المراد تقطيعه (لقمة المخرطة)

أداة القطع

قضيب من النحاس مدار

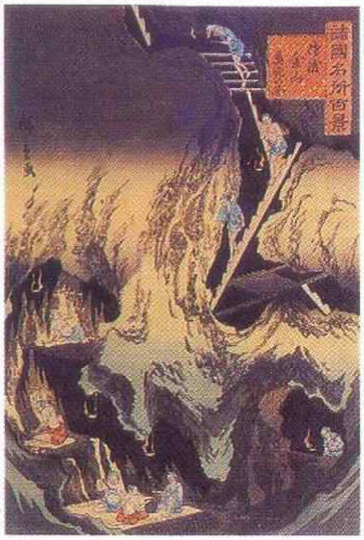


المنشار السلسلى مقابل عضلات الإنسان

تغيرت أساليب التقطيع والتشكيل على مر العصور. واليوم تتولد القوة المستخدمة لقطع الأشجار والأخشاب من محرك يعمل بحرق الزيت مركب على منشار سلسلى بدلاً من أن تأتى كما كان الحال فى الماضى من عضلات الإنسان. حافة المنشار القاطعة ليست مصنوعة من الحجر وإنما من سبيكة خاصة من الفولاذ (ص14) تحافظ على حافتها الحادة من الانصهار حيث إن الاحتكاك فى عملية القطع يرفع درجة حرارتها. وقبل أن تتوافر مثل هذه المعدات كان قطع الأشجار يتطلب عدة أشخاص مستغرقا عدة ساعات، لكن هذه العملية تتم الآن فى دقائق معدودة.

ما المعادن؟

لولا المعادن ما كان هناك وجود للعالم الحديث، فالمعادن تقدم مزيجًا فريدًا من القوة والمتانة والصلابة ولكنها مع ذلك يسهل قطعها وتشكيلها بطرق مختلفة. إن استخدام المعادن قد أحدث ثورة فى الصيد والزراعة (ص44 –54) كما كانت المعادن ضرورية لقيام ثورة النقل التى بدأت بالحديد الذى صنعت منه السكك الحديدية والسفن. أما تكنولوجيا الفضاء فتعتمد على معادن خفيفة مثل التيتانيوم لضمان القوة الهائلة تحت درجات الحرارة المرتفعة. ولولا الخصائص الكهربائية الخاصة بالمعادن لما توصل الإنسان إلى الطاقة الكهربائية ولا عرف وسائل الاتصال الإلكترونية ولا اخترع الكمبيوتر. حتى المصباح الكهربائى يعتمد على التكنولوجيا المعدنية، فسلك التنجستين المعدنى يمكنه توصيل ضوء أبيض ساخن لمدة ألف ساعة بدون أن ينكسر.



المعادن فى التاريخ

كان النحاس الطبيعى فى الغالب هو أول معدن تم استخدامه منذ نحو 8000 سنة مضت، وهو عبارة عن قطع صغيرة من معدن نقى مطمور فى الصخور. وكان الأغنياء وذوو النفوذ يكنزون المعادن الثمينة مثل الذهب المستخرج من هذا المنجم اليابانى لجمالها السحرى.



رمح من العصر الساكسونى (400 – 500م)



الرمية المميتة

كان الحدادون الأوائل يطرقون الحديد لتشكيله بالشكل الصحيح. وباستخدام النسبة الصحيحة من الشوائب ينتج النصل القاطع الذى يتميز بالصلابة والقوة (ص15) ولا يتشقق.



حديد



زنك



ألومنيوم



رصاص



نحاس



مغرفة ماء من الفولاذ المقصدر

معادن نافعة

لم يكن من الممكن استخراج المعادن من الصخور الغنية بها (المعادن الخام) بكميات ذات قيمة إلا بعد اكتشاف فن الصهر باستخدام النار منذ ما يقرب من 6000 سنة. ويعد الحديد أكثر المعادن استخدامًا، وعادة ما يكون على هيئة فولاذ، أما الألومنيوم فهو الأكثر توافرًا فى الطبيعة ولكنه يحتاج إلى كهرباء مكلفة لاستخراجه من معدنه الخام. وقد كان النحاس أول المعادن اكتشافًا واستخدامًا، أما الزنك فيدخل فى تكوين سبائك ذات قيمة كبيرة (ص14). ويعد الرصاص معدنًا لينًا ومرنًا ولا يصدأ، بينما يستخدم القصدير فى أغلب الأحيان كغطاء رقيق فوق الفولاذ للتعليب (ص11).



من الممكن ثنى الدبوس وتغيير شكله



يصبح الدبوس سهل الانكسار ثم ينقصم

نقطة الانكسار

بالرغم من أن دبوس الورق هذا مصنوع من سلك معدنى رفيع فإنه لا يمكن كسره باليد عن طريق شده مثل الحبل، ولكن ثنى هذا الدبوس يسبب ضغطًا ينقل المعدن من المرحلة المرنة، والتى يمكن أن يرتد خلالها الدبوس ثانية لشكله الأصلى، إلى المرحلة البلاستيكية التى يفقد فيها شكله الأصلى إلى غير رجعة.

سيف الساموراى، يعود للقرن الـ 17

1 ثنى الدبوس

عند ثنى الدبوس الفولاذى قليلا ليتغير شكله فإن ذرات المعدن يمكن أن تعود بسرعة إلى مكانها. ولكن عند وضع ضغط أكبر فإن ذرات المعدن تبدأ فى الانزلاق فوق بعضها البعض ولا يصبح بإمكانها استعادة أماكنها الأصلية وهذا يسبب تغيرًا دائمًا فى الشكل.

2 كسر الدبوس

يؤدى عدم الانتظام فى ترتيب الذرات فى المعدن والذى يسميه العلماء بـ «الإزاحة» (ص15) إلى تحرك الذرات وامتصاصها للطاقة التى أوجدتها عملية الثنى فى الدبوس. وبدون هذه «الإزاحة» فإنه لا يمكن للمعدن أن يغير معالمه دون أن ينكسر، أما إذا تكرر الانثناء فإن التغيرات المستمرة فى شكل المعدن تؤدى إلى تشابك الذرات وتعقدها بحيث لا يمكنها أن تتحرك مرة أخرى، فيصبح المعدن أصلب من أن ينثنى أو ينكسر.

سيف الساموراى

سعى المحاربون الأرستقراطيون اليابانيون المعروفون باسم الساموراى إلى الحصول على أفضل الأسلحة. وكانت هذه الأسلحة تصنع من طبقة من الفولاذ الصلب سهل الانكسار الذى يحتوى على الكثير من الكربون، ثم تلحم بالطرق بلب من الحديد اللين قليل الكربون، وبذلك يبقى السلاح حادًا أثناء القتال ولا ينكسر.



المعدن المثالى هو المعدن الذى تكون ذراته مرتبة فى صفوف منتظمة كبلورة واحدة

قوة المعادن

تتكون المعادن من عدة بلورات صغيرة مختلطة معًا، وتحتوى هذه البلورات عادة على شوائب وعيوب فى نمط شكل ذراتها. وكثيرًا ما تضاف هذه الشوائب للمعادن عن قصد لتكوين سبائك (ص14).

تجربة القوة

يمكن استخدام قطع الاختبار المصنوعة بشكل قياسى لمعرفة قوة المعادن المختلفة.



قوة الآلة كسرت القطعة





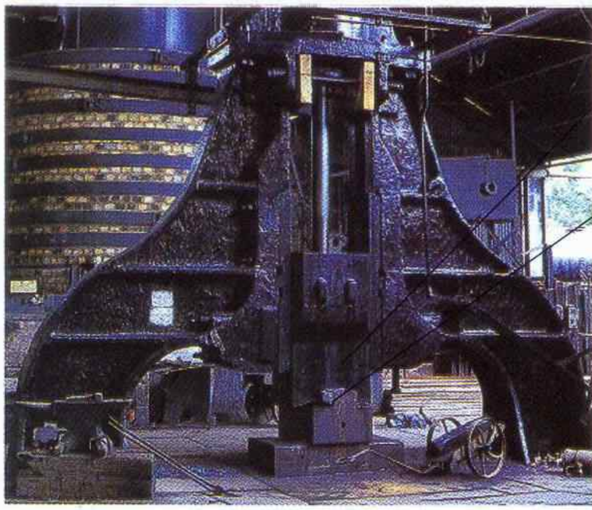
الحديـد المطـاوع

يحتوى الحديد المأخوذ رأسًا من الفرن العالى والذى يسمى بحديد الصّب على نسبة كبيرة من الكربون والشوائب الأخرى التى تجعله سهل الانكسار. وقبل أن تتطور عمليات واسعة النطاق لتشكيل الفولاذ القوى بتقليل كمية الكربون، كان حديد الصب يمر بعملية تسويط الحديد لتحويله إلى حديد مطاوع. وتشتمل عملية تسويط الحديد على إضافة مواد مثل أكسيد الحديد إلى الحديد المنصهر وتقليبه بعصًا طويلة ثم طرقه بمطرقة لإخراج الشوائب. والحديد المطاوع لا يكون هشًّا، كما أنه أيضًا قوى ويتحمل الشد (ص20–21)، ويمكن للحداد أن يصل إلى نتيجة أفضل بطرق الحديد حتى تتحرك التجزعات فى الاتجاه الصحيح لمقاومة الضغوط التى ستواجهه عند استخدامه.



نظرة عن قرب لحديد الصب

حديد الصب متين ولكن نسبة الكربون المرتفعة بداخله تجعله سهل الانكسار. وتوضح الصورة السّطح المحفور والمصقول للمعدن وقد تم تكبيره 60 مرة.



المطـرقـة السـاقـطـة

يعتبر التشكيل بالحدادة وسيلة جيدة لتشكيل الأجزاء المعدنية مثل أعمدة المرفق فى محرك السيارة التى تتعرض لضغط شديد عند الاستعمال. هذه المطرقة الساقطة الضخمة تشبه حداد آلى عملاق. بعد عدة ضربات يقترب المعدن من الشكل المطلوب ولمزيد من الإتقان يمكن نقله إلى جزء آخر عبارة عن قالب أكثر تحديدًا من ناحية الشكل. فى النهاية وبعد أن يصبح المعدن أبرد يوضع بين زوجين من القوالب ويتم الضغط عليه لإنتاج الشكل المطلوب بالتحديد.



جهاز اختبـار برينيـل

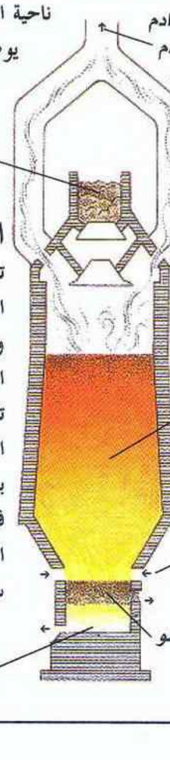
إن المعادن صلبة علاوة على أنها قوية ولكن بعضها أكثر صلابة من الآخر. يمكن تعريف الصلابة بأنها مقاومة المعدن لمحاولات تغيير شكله. فالرصاص مثلا رقيق جدًا ويمكن لضغطة الظفر أن تترك علامة فيه، بينما تصل درجة الصلابة لبعض الأنواع الخاصة من الفولاذ إلى أنها يُمكنها قطع الفولاذ العادى كشرائح الزبد.

وتقيس هذه الآلة صلابة المعادن بدقة وهى قائمة على آلة سابقة لها اخترعها خبير المعادن السويدى جوهان أوجست برينيل (1849–1925).



قيـاس التجـويـف

يقاس عرض التجويف الذى تحدثه آلة الاختبار بمقياس يتم تحويله إلى رقم بمقياس برينيل للصلابة. ويصل هذا الرقم بالنسبة للفولاذ العادى على سبيل المثال إلى 130 بينما لا يزيد الرقم للألومنيوم المستخدم فى صناعة أوانى القلى على 27. وتقاس الصلابة مؤخرًا بمعايير أخرى مثل اختبار روكويل الأمريكى، ولكن أساس فكرة القياس تظل كما هى.



الصهـــر

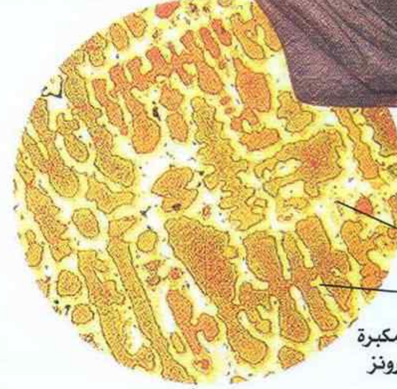
تتكون المواد الخام من عناصر غير معدنية مثل الأكسجين والكبريت متحدة مع المعدن المطلوب. ومن الوسائل المستخدمة للتخلص من العناصر غير المرغوب فيها تسخين المادة الخام مع مواد أخرى تتحد معها تلك العناصر بشكل أقوى. على سبيل المثال يتم فصل الحديد عن الأكسجين فى خام الحديد بتسخينه مع أول أكسيد الكربون المستخلص من فحم الكوك (أحد أشكال الكربون المستخلص من الفحم). ثم يضاف الحجر الجيرى لابقاء الشوائب سائلة مما يسهّل عملية فصل الحديد عن الشوائب.

استخـــدام المعــادن

يدخل أكثر من 30 معدنًا فى الاستخدام اليومى. بعض المعادن رخيص الثمن ويستخدم على نطاق واسع، والبعض الآخر باهظ الثمن إلا أن عليه إقبال كبير نظرًا لخصائصه الخاصة، فالفضة –على سبيل المثال– تستعمل فى صناعة المجوهرات كما أنها أيضًا العنصر الأساسى فى الفيلم الفوتوغرافى. ويستخدم التيتانيوم فى صناعة الطائرات نظرًا لقوته وخفة وزنه، كما يستخدم أيضًا فى صناعة الطلاء الأبيض (ص50–51). أما الألومنيوم الذى كانت رؤيته نادرة منذ 100 عام فقد أصبحنا نراه كل يوم، حيث أصبح الآن المادة الأساسية فى غلاف معظم المشروبات المعلبة. ويكتسب الكثيرُ من المعادن خصائص أفضل عندما يخلط مع مواد أخرى لتكوين سبائك، فتصبح مثلا أكثر قوة أو أسهل فى التشكيل (ص16). ويعد أكثر السبائك أهمية الفولاذ وهو نوع من الحديد يحتوى على نسبة ضئيلة من الكربون وعادة ما تضاف إليه بعض المعادن. فالكروم– على سبيل المثال– يمنع الفولاذ من الصدأ بينما يمنحه المنجنيز صلابة. أما زيادة نسبة الكربون فتنتج حديد الصب (ص12–13).



تمثال نصفى، رومانى من البرونز



شريحة مكبرة من البرونز

السبائك الأولى

يعد البرونز فى الأغلب السبيكة الأولى التى استخدمها الإنسان بكثرة، وذلك لأن مكوناته من النحاس والقصدير تجمع بشكل طبيعى. ونظرًا للونه الجميل ومقاومته للتآكل فقد شاع استخدامه فى فن النحت.



صليب فيكتوريا

يعد صليب فيكتوريا واحد من أرفع الأوسمة التى يمكن أن يحصل عليها جندى بريطانى، وقد صنع هذا الصليب من نوع من البرونز كان يستخدم سابقًا فى صناعة المدافع. وقد كانت الملكة فيكتوريا هى أول من منحت هذه الميدالية عام 1856، ولم يتم منحها إلا لعدد قليل من الجنود. والميدالية المعلقة فى شريط قرمزى اللون كانت تصنع فى البداية من المدافع التى غنمها الجيش البريطانى من روسيا فى معركة سيفاستوبول (1854–1855).

معلبــات الألــومنيـــوم

تعد علبة الألومنيوم مثالاً للمنتج التكنولوجى فائق الذكاء، فهى مصنوعة من معدن غالٍ نسبيًا ولكنه يستخدم بشكل فعال بحيث يستخدم القليل من المعدن فى تعبئة الكثير من الشراب. وتحتوى العلب الحديثة على معدن أقل بنسبة 30٪ من تلك التى كانت تصنع منذ 20 عامًا. ويفضل المستهلكون العلب الألومنيوم لخفتها، كما أن سطحها العاكس يساعد مصممى العبوات فى ابتكار نماذج مختلفة. وحاليًا تتسم عملية إعادة تصنيع العبوات المعدنية بالتنظيم الجيد فى كثير من دول العالم (ص62).

لســان سحــب الحلقـــة

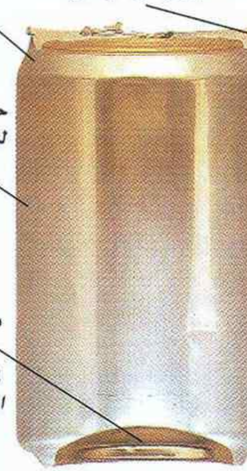
هذا الشريط من ألسنة سحب الحلقات، والذى مازال قيد الصنع، يوضح التسلسل النموذجى لتشكيل القطع المعدنية الصغيرة. فالمعدن إن ضغط بقوة كبيرة وسرعة هائلة فإنه قد ينكسر؛ لذا يمر الشريط المعدنى المصمت بسلسلة من الضغطات بحيث تغيره كل واحدة منها تغيرًا طفيفًا. بهذه الطريقة يمكن تكوين شكل معقد بصورة دقيقة موثوق بها على سرعات عالية. وبعد نزع ألسنة السحب من الشريط، يعاد تصنيع الأجزاء المتبقية من الشريط.





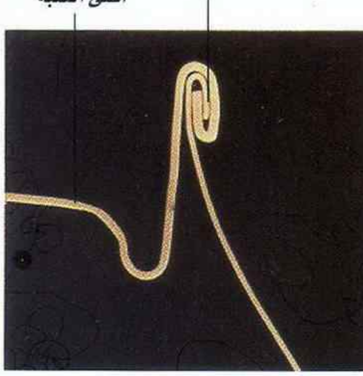
صنــع غطــاء العلبـــة

يصنع غطاء العلبة على مراحل من عمليات التشكيل. فتشكل تلك العمليات نتوءًا فى وسط الغطاء يناسب حجم الفتحة الصغيرة فى اللسان ثم يُسوَّى هذا النتوء مكونًا برشامًا لإحكامه فى اللسان. وقبل تركيب اللسان يُحفر خطٌ فى الغطاء بحيث ينشق لفتح العلبة عند سحب اللسان.



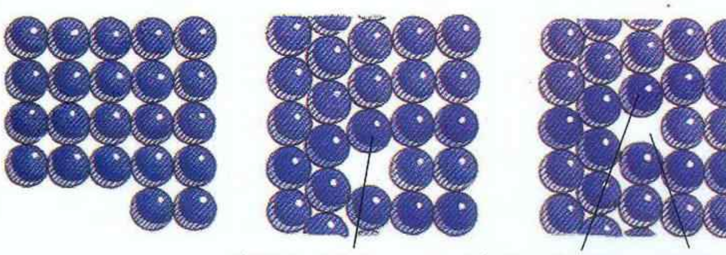
صنــع جســم العلبـــة

يُدفع قرص سميك من المعدن خلال فتحة لثنيه على شكل كوب. يتم ضغط المعدن من أسفل إلى أعلى لتتكون الجدران الرفيعة القوية للعبوة. أما فى القاعدة فيظل المعدن أكثر سمكًا ليقاوم ضغط المشروب الغازى.



إضافــة الغطــاء

بعد ملء العبوة مباشرة يلتقى الجسم بالغطاء ويذهب الاثنان إلى آلة تقوم بلف جزئى المعدن بإحكام حول بعضهما البعض. بعد ذلك تضاف سدادة مرنة لمنع تسرب الفوار من المشروب.



أدوات مائدة من فولاذ لا يصدأ (الأستنلس ستيل)

فى عام 1913، اخترع خبير المعادن البريطانى هارى بريرلى (1871–1948) فولاذًا لا يصدأ؛ حيث صنع فولاذًا يحتوى على كروم بنسبة 13 ٪. أثبتت السبيكة الجديدة مقاومتها العالية للتآكل حيث يتفاعل الكروم مع الأكسجين فى الهواء ليكوّن غشاء صُلبًا واقيًا يجدد نفسه كلما خدش المعدن.



أدوات مائدة من فولاذ لا يصدأ



الإزاحـــة

بلورات المعادن ليست مثالية، فعندما تتكون من المعدن المنصهر فإن الكثير من الذرات تظل حبيسة فى المكان الخطأ بسبب تصلب المعدن. وتسمى الفجوة الغريبة الناتجة عن ذلك بالإزاحة.

حركـة نافعـة

تتيح الإزاحة للمعادن أن تتحرك داخليًا، فتتمدد بدلاً من أن تنكسر عندما تتعرض لضغط. ومع تحرك الذرات، تنتقل الإزاحة بين البلورات.

ضغـط متكـرر

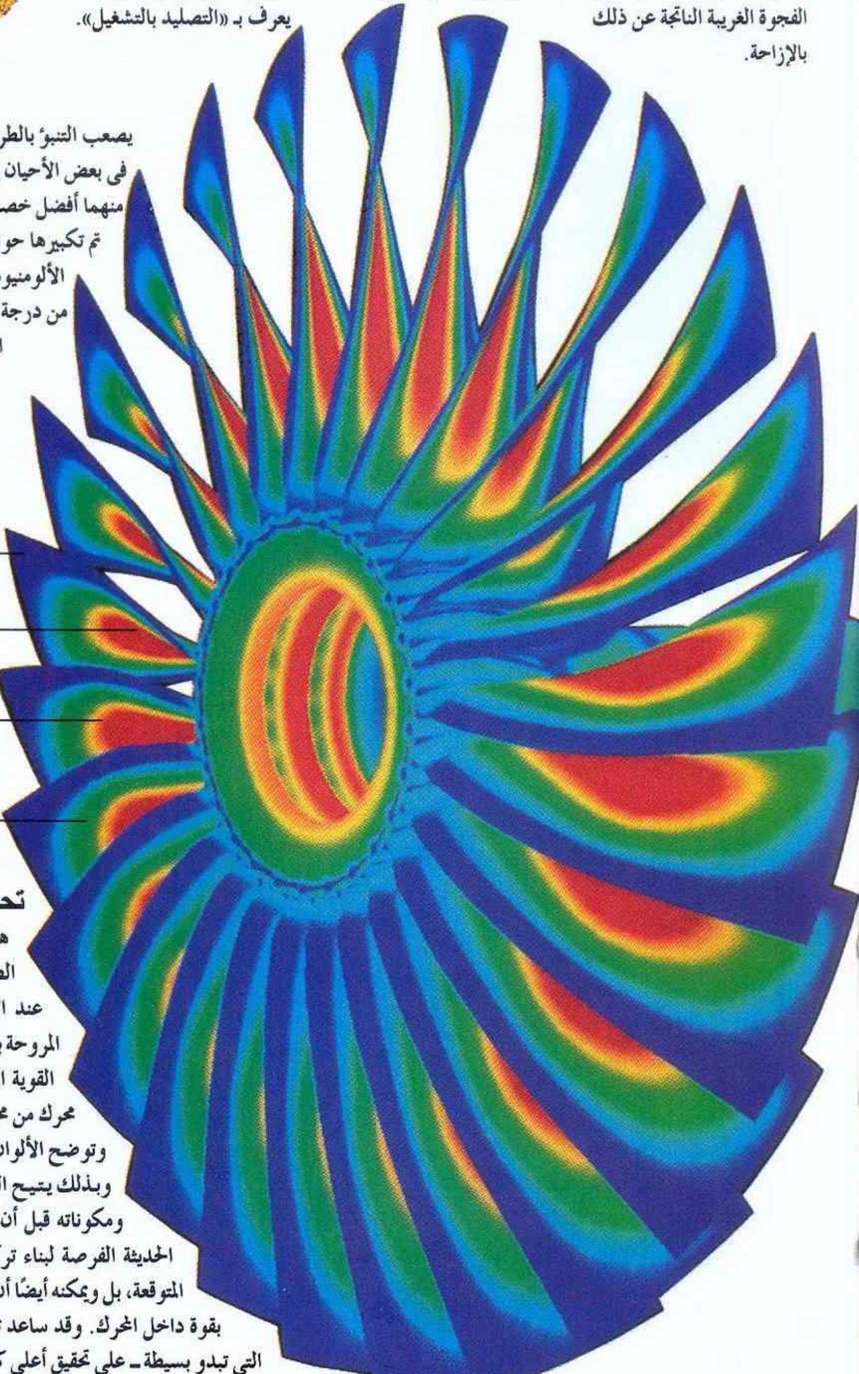
لو تعرض المعدن لضغوط متكررة، تبدأ عمليات الإزاحة المتنقلة فى اعتراض بعضها بعضًا. بذلك يصبح المعدن سهل الكسر، وهو التأثير الذى يعرف بـ «التصليد بالتشغيل».

أفضـل مـا فيـهمـا

يصعب التنبؤ بالطريقة التى تتفاعل بها المعادن مع بعضها البعض، ولكن فى بعض الأحيان يمكن أن يندمج معدنان مختلفان معًا ويعطى كل واحد منهما أفضل خصائصه، هذه السبيكة من التيتانيوم والألومنيوم، والتى تم تكبيرها حوالى 50 مرة، هى تقريبًا فى مثل قوة التيتانيوم وخفة الألومنيوم، ولكنها مثل معظم السبائك فدرجة انصهارها أقل من درجة انصهار أى معدن منهما على حدة، ولذلك يستخدم التيتانيوم بمفرده فى درجات الحرارة العالية.



نصل مصنوع من التيتانيوم له قلب مجوف يشبه قرص العسل لتخفيف وزنه



تحليـل الضغـط

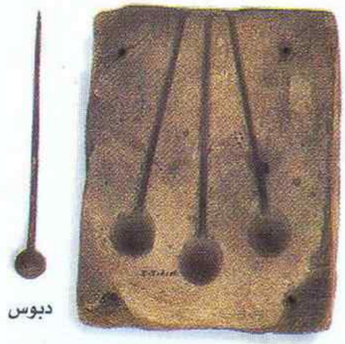
هذه الصورة المعدة بالكمبيوتر توضح نمط الضغط الذى تتعرض له مروحة طائرة نفاثة عند الإقلاع، وهى اللحظات التى تعمل فيها المروحة بأقصى جهدها للمساعدة فى إعطاء الدفعة القوية المطلوبة لدفع الطائرة فى الجو. يعطى كل محرك من محركات الطائرة دفعة للأمام بقوة 40 طنًا. وتوضح الألوان مناطق الضغط العالى والضغط المنخفض، وبذلك يتيح الكمبيوتر للمصممين أن يختبروا المحرك ومكوناته قبل أن يتم قطع أى معدن. وقد أتاحت المعادن الحديثة الفرصة لبناء تركيب خفيف الوزن يمكنه تحمل الضغوط المتوقعة، بل ويمكنه أيضًا أن يتحمل التأثيرات المفاجئة مثل شفط طائر بقوة داخل المحرك. وقد ساعد تصميم الكمبيوتر هذا ـ لمثل هذه المروحة التى تبدو بسيطة ـ على تحقيق أعلى كفاءة وأدى إلى تقليل تكلفة النقل الجوى.

نصـل المروحـة

هذا النصل لمروحة محرك طائرة جامبو نفاثة. عند بدء الإقلاع يكون الضغط على المعدن هائلا كما تبين المحاكاة بالكمبيوتر (يمين) لذا فإن أنصال المروحة يجب أن تكون خفيفة وقوية جدًّا فى آن واحد حتى لا تطير المروحة بعيدًا؛ ولذا فإن التيتانيوم هو المعدن الوحيد المناسب بالرغم من غلاء ثمنه.

تشكيل المعادن

هناك طرق لتشكيل المعادن أكثر من الطرق التى تشكَّل بها المواد الأخرى. فمن الممكن تشكيلها وهى باردة أو ساخنة أو عندما تكون عبارة عن سائل متوهج يجرى. وقد استخدمت عمليات تشكيل المعدن السائل التى تسمى الصب منذ بداية اكتشاف المعادن. ويعد الصب فى الرمل هو أبسط طريقة وأقلها دقة، إلا أن هناك عملية أكثر تكلفة من العملية السابقة وهى عملية الصب فى قوالب حيث يُدفع المعدن السائل إلى قالب معدنى مغلق لصنع أجزاء أكثر دقة مثل التى تستخدم فى الحاسبات الآلية. أما المصبوبة الجوفاء فيمكن صنعها باستخدام طريقة قديمة تسمى السَّبك بطريقة الشمع المذاب، أو نظيرتها الحديثة الصب المغلَّف حيث يضغط المعدن بين أسطوانات ويجذب خلال فتحات صغيرة لتحويله إلى أسلاك.



قالب دبابيس من عصر البرونز
صنع هذا القالب الصخرى حوالى 1000 ق. م، وكان هذا الفرن البدائى لا يصلح لصهر أى من المعادن سوى البرونز (ص14) ويتم بداخله سبك ثلاثة دبابيس مزينة برءوس كروية.





مسبك للأجراس فى بافاريا

صب جرس

يتم صنع أجراس الكنائس من نوع خاص من البرونز بالسبك بطريقة الشمع المذاب، وبهذه الطريقة يتم صب الجرس قطعة واحدة فيتفادى بذلك الصانع أية صدوع من شأنها أن تفسد صوت الجرس. يُصَب شكل الجرس من الشمع فوق نواة من الطوب والطين ثم يُغطى الشمع بمزيد من الطين ثم يصهر. يتم ملء التجويف الناتج على شكل جرس بالمعدن المنصهر، وبعد أن يبرد ويهذَّب يتم اختبار الجرس.

الصب المغلف

الصب المغلف هو تطور حديث للطريقة القديمة للسبك بالشمع المذاب. يصب الشكل المراد أولا بالشمع باستخدام قالب معدنى ويسوَّى باليد لإزالة أى عيوب. بعد ذلك يتم غمره لتغطيته بطبقة رقيقة من الطين كالذى يستخدم فى صناعة الفخار (ص8). وعندما يجف الطين، يمكن تسخينه لإذابة الشمع ويكون الناتج قالبًا ذا دقة عالية كما يمكن أن يملأ بمعدن منصهر وعادة ما يكون معدنًا نفيسًا أو سبيكة غريبة.

الصب فى الرمل

يسمى المكان الذى يتم فيه تشكيل المعادن بالمسبك. يستخدم الصب فى الرمل نفس الطريقة التى تلتصق فيها الرمال الرطبة ببعضها البعض فتكوّن أشكالاً من القلاع الرملية. لا يتأثر الرمل عندما يصب فيه الحديد المنصهر أو أى سبيكة أخرى؛ لأنه ينصهر عند درجات حرارة أعلى بكثير من درجة انصهار أى معدن آخر. بمجرد أن يتصلب المعدن يصبح من السهل نفض قالب الرمل الضعيف ويبقى الشكل منطبعًا على المادة الأكثر متانة من الرمل.





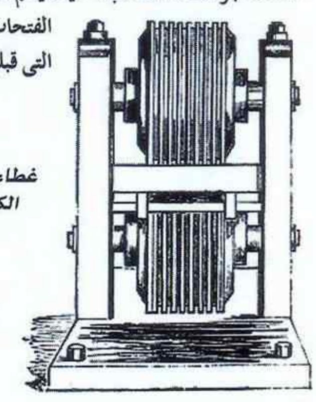
1 تشكيل الرمل

يوضع نموذج خشبى لنصف الشكل المصبوب فى صندوق حديدى ويحاط النموذج الخشبى برمل رطب مضغوط بشدة. بعد ذلك يزال النموذج تاركًا طبعة دقيقة لشكله مثل آثار الأقدام على الشاطئ. يتحطم القالب الرملى بعد ذلك أما النموذج الخشبى فلا يتحطم وإنما يمكن استخدامه لصنع آلاف القوالب والأشكال المتطابقة. كما شقت قنوات للحديد المنصهر لتسير فى القالب.



موصلات الكهربـــاء

تستخدم أسلاك النحاس فى كل مكان لتوصيل الضوء والطاقة والمعلومات. وفى المعادن تستطيع الإلكترونات أن تتحرك بحرية عبر المادة، والإلكترونات عبارة عن جسيمات مشحونة كهربيًّا وهى تشكل جزءًا فى أى ذرة. وهذا يجعل معدنًا مثل النحاس موصلاً جيدًا للكهرباء، فهو لا يفقد إلا القليل من الطاقة عند انتقال الكهرباء أو الرسائل عبر الكابلات. يتم صنع الأسلاك بواسطة السحب، حيث يتم سحب شريط أو قضيب معدنى خلال سلسلة من الفتحات فى معدن صلب وتكون كل فتحة أصغر بقليل من التى قبلها حتى يتم ضغط السلك إلى الحجم المطلوب.



أسطوانات صناعة الأسلاك

استخدمت هذه الآلة فى القرن الـ 19 لتقطيع صفائح الحديد إلى شرائط رفيعة قبل أن يُسحب خلال سلسلة من القوالب لتصنيع نوع الأسلاك المستخدم فى إرسال رسالة تلغرافية أو عمل أسوار للماشية.



صب الأجزاء فى قوالب

من الممكن تشكيل المعادن فى قوالب بنفس الدقة التى يتم بها تشكيل البلاستيك (ص27) عن طريق الضغط فى قوالب. يتكون القالب الفولاذى من قطعتين أو أكثر ويتم ضمهما بإحكام معا تحت ضغط شديد بينما يتم صب الكمية المحددة من المعدن المصهور فى القالب. عندما يبرد المعدن يتم فتح القالب وتخرج مصبوبة دقيقة التفاصيل يمكن استعمالها فى الحال بعد تعديلات طفيفة للأجزاء الحساسة كما هو الحال فى موصلات الكمبيوتر التى تظهر فى هذه الصورة.



2 جاهـز لاستقبـال المعـدن

بعد إزالة النماذج الخشبية يتم تثبيت شطرى القالب معا ويتم صب المعدن المصهور من فتحة تسمى مجرى الصب. يقوم المعدن بدفع الهواء خارج القالب، فيخرج من فتحة أخرى تسمى مصعد الصب. ويتم صب كمية زائدة من المعدن تحسبًا لانكماشه عندما تبرد. وفى المسابك الحديثة تقوم الماكينات الآلية بهذه العمليات.



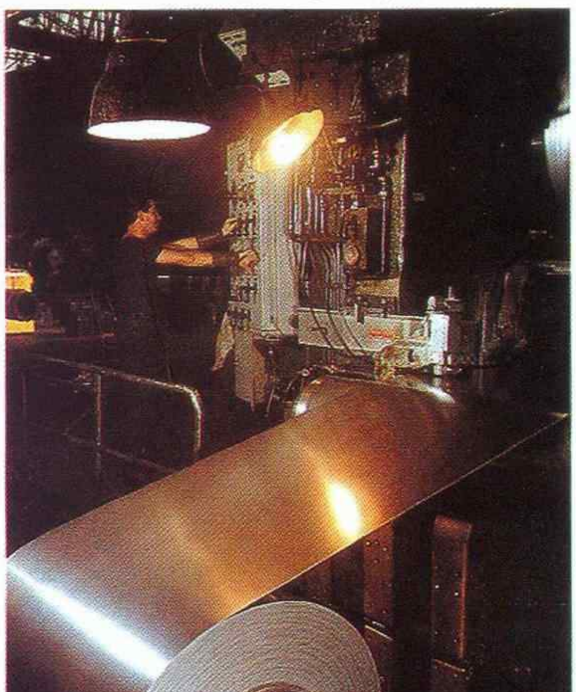
3 المنتـج النهائـى

صُمِّم هذا القالب الخاص لعمل زوج من المصبوبات المتماثلة التى تستخدم للزينة. وقد تم طلاء البومتين الحديديتين الصغيرتين بطلاء أسود لامع لحماية الحديد من الصدأ.



درفلـة علـى السـاخـن

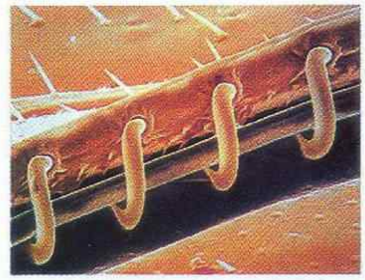
عندما يسخن الفولاذ حتى يتوهج باللون الأحمر النارى فإنه يصبح لينًا بما يكفى لتشكيله بأشكال معقدة. وقد كان حداد القرية يستخدم هذه الخاصية عند صنع حدوة الحصان والمنتجات الحديدية المختلفة، وعلى مدى أوسع فإن ماكينات الدرفلة بهذه الطريقة يمكنها ضغط شريط ضخم من الصلب وتشكيله لتكوين ما يعرف بالعوارض الفولاذية المدرفلة والذى يستخدم فى التشييد لدعم الأحمال التى تبنى فوق مساحات واسعة (ص53) يمر الفولاذ خلال مجموعات من الأسطوانات الدوارة الواحدة تلو الأخرى، تضغط كل واحدة الفولاذ ليصبح أقرب للشكل المطلوب. وتعمل المجموعة الأخيرة من الأسطوانات على المعدن وهو بارد نسبيًّا ويصبح بإمكانها تشكيله بدقة بالحجم النهائى بل وحتى إضافة اسم الصانع عليه. وتلك هى نفس الطريقة التى يتم بها تصنيع قضبان السكك الحديدية.



درفلة علـى البـارد

تصنع العديد من المنتجات الحديثة من ألواح معدنية سهلة التشكيل (ص14). فى البداية يكون سمك لوح الفولاذ أو الألومنيوم حوالى 5 مم (0,2 بوصة) وعرضه 1 متر (39 بوصة). يمر المعدن البارد عبر سلسلة من الأسطوانات تزن كل منها عدة أطنان، هذه الأسطوانات تضغط المعدن إلى السُّمك النهائى الصغير 0,15 مم (0,006 بوصة). وتعد «الدرفلة على البارد» أكثر دقة وتعطى نتيجة نهائية أفضل من الدرفلة على الساخن. وكلما زاد الشريط المتحرك رفعا، زاد طولاً وسرعة تصل إلى 90 كم/س (55 ميلاً/س).

توصيل المـــواد وربـــطـهـا



وسائل الربط فى الطبيعة

حتى الطبيعة تحتاج لأدوات الربط، فجناح النحلة هو فى الحقيقة جناحان موصولان معًا. إذ توجد خطاطيف صغيرة فى الجناح الأمامى تمسك بإحكام فى قضيب فى الجناح الخلفى ليكونا معًا سطح طيرانى واحد. عند الهبوط ينفك الربط بحركة خاطفة سريعة تتيح للنحلة أن تطوى أجنحتها.

غالبًا ما يتم صنع منتجات التكنولوجيا بوصل قطع منفصلة من المواد معا، وترجع أهمية ذلك لأحد سببين، إما لأن المنتج يحتاج إلى أجزاء تتميز بخصائص مختلفة، وإما لأن المنتج النهائى يكون كبيرًا جدًّا (كوبرى مثلاً) أو شديد التعقيد (ساعة مثلاً) ولا يمكن أن تتم صناعته دون توصيل أجزاء ببعضها البعض. توجد خمس طرق أساسية لوصل الأجزاء معا. فيمكن ثقب الأجزاء وتمرير مسمار برشامة أو مسمار لولبى أو خيط من خلال تلك الثقوب. أو يمكن تغطية الأجزاء المراد توصيلها بمادة تلتصق بسطح كل من الجزأين مثل لاصق أو اللحام بالسبائك. ويمكن صهر الأجزاء مع بعضها البعض كما يحدث فى اللحام. كما يمكن أن ترتبط الأجزاء ببعضها البعض بالاحتكاك مثل المسمار فى الخشب، وأخيرًا يمكن ببساطة أن يتم تصنيعهما بحيث تركب كل منهما فى الأخرى كما فى أجزاء اللعب البلاستيكية.



مسمار سلكى دائرى لأعمال النجارة البسيطة



مسمار إبرة



مسمار بيطار من القرن الـ 19 لعمال البناء



مسمار بلا رأس لألواح الأرضية



مسمار تنجيد

مســامـيـر خــام

يكون أفضل أداء للمسامير مع الأخشاب حيث تدفع نفسها بين الألياف لتستقر فى أماكنها معتمدة على الاحتكاك. هذه المسامير البدائية مستطيلة المقطع قطعت من لوح من الفولاذ.



مسمار برشام مدور الرأس



مسمار برشام ذو تخويش مخروطى



دبوس مزدوج السن/رزة



مسمار مفلطح الرأس لتثبيت لباد الأسطح



مسمار قلاووظ للخشب يعطى مظهرًا أنيقًا



مثبت التجاويف للتركيبات فى الحوائط الجوفاء

أدوات الـربــط

غالبية أدوات الربط إما أن تكون أدوات تثبيت بالاحتكاك، أو مسامير البرشام أو مسامير القلاووظ. وتعد معظم أدوات التثبيت بالاحتكاك أشكالاً مختلفة من المسامير، ويعمل الخابور ومثبت التجاويف أيضًا بالاحتكاك عند ربط مساميرهم القلاووظ. تحتاج المسامير القلاووظ والصواميل أيضًا إلى الاحتكاك حتى لا تدور باتجاه عكسى وتنفك، لذا فينصح بإضافة حلقات مجعدة أو لقمة بلاستيكية لزيادة الاحتكاك خاصة إذا كان المكان عرضة للاهتزازات. تعتبر مسامير البرشام أكثر المسامير صعوبة فى الاستخدام ولكنها هى الأكثر أمانًا من بين أدوات التثبيت، حيث ينفذ مسمار البرشام خلال الجزأين المراد ربطهما ثم يتغير شكله تمامًا ليثبت الجزأين معًا بشكل دائم.



مسمار قلاووظ مكنى مطلى بالزنك



خابور يثبت المسامير القلاووظ فى الحائط



حلقة مجعدة

حلقة

صامولة

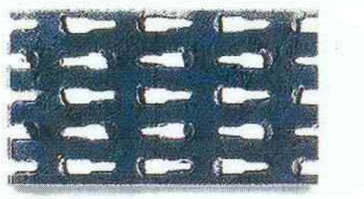




زمام مموج لوصل الزوايا



زاوية تثبيت قائمة



لوح مسامير لوصل قطعتين من الخشب



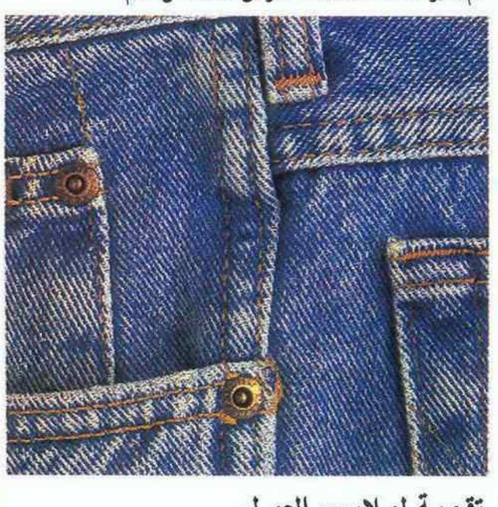
مسمار قلاووظ للخشب مطلى بالكروم



مسمار قلاووظ للخشب مطلى باللون الأسود



مسمار قلاووظ نحاس للخشب



تقوية لملابس العمل

فى الملابس تكون الزوايا الحادة عرضة للضغط المركز ومن ثم ينفصل القماش عن بعضه. فالخياطة مثل البرشمة تستخدم شيئا يمر عبر فتحة ويشد بإحكام ليصنع وصلة. ويمكن لمسامير البرشام أن تعطى قوة إضافية عند المناطق التى تتعرض للضغط المركز.



غراء حيوانى للخشب



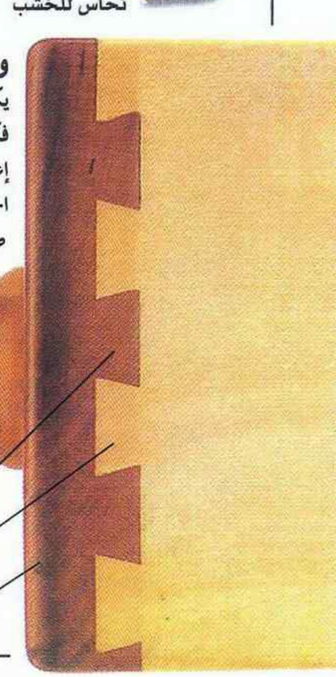
أيبوكسى لاصق

اللـواصـق

من أهم عيوب الغراء الطبيعى أنه عرضة للتآكل بسبب مهاجمة الكائنات الدقيقة له. أما أنواع الغراء الحديثة المصنوعة من راتينجات الأيبوكسى المشتقة من البترول، فهى مواد لاصقة تدوم إلى الأبد، وهى تعمل بالتغير الكيميائى من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة.

وصلـة تعشيقيـة

يكون الخشب فى أقوى حالاته وهو على حاله كشجرة، فكل قطع فيه يضعفه. ويعتمد فن صناعة الأثاث على إعادة أكبر قَدْر ممكن من المتانة للخشب بوضع تجزُّعات الخشب فى الاتجاه الصحيح وصنع وصلات لا تتفكك. صممت هذه الوصلة التعشيقية فى الجزء الأمامى من هذا الدرج لتتحمل السحب المتكرر. ويستخدم الغراء لتثبيت الوصلات الخشبية معًا.



برشمة معدن

يتكون مسمار البرشام من قطعة من المعدن مثل المسمار القلاووظ إلا أن مسمار البرشام له رأس وليس له «قلاووظ». يوضع مسمار البرشام فى ثقب محفور خلال جزأين لوصلهما ثم يُدق فوق نهايته المصمتة من الجانب الآخر لتسوية الرأس حتى تتماسك الأجزاء معًا. ويستخدم هذا النوع من المساميرلتثبيت القشرة الخارجية للطائرة فوق هيكلها (ص70). ويستخدم البرشام الأملس فى حال كان الطرف الآخر بعيدًا يصعب الوصول إليه.

1 التحضير لوصل الأجزاء

يحتوى البرشام الأملس على فتحة فى المنتصف يمر منها مسمار فولاذى. يدخل البرشام فى رأس أداة لها مقبض مصنوع من مجموعة طويلة من الروافع. بعد ذلك يوضع البرشام داخل فتحة محفورة عبر الجزأين المراد ربطهما. ومن شأن الرافعة أن تحول الدفعة الطويلة الضعيفة للبرشام إلى دفعة أقل طولاً ولكنها أكثر قوة على المسمار الفولاذى.



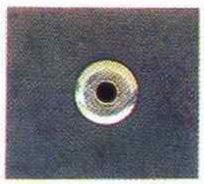
2 تثبيت مسمار البرشام

بالضغط على الأداة لأسفل فإن رأس المسمار يسحب فى الاتجاه المعاكس للطرف البعيد من البرشام. هذه الحركة تجعل طرف البرشام مستويًا فتثبت الجزأين المراد وصلهما معًا. عندما لا يمكن ضغط مسمار البرشام أكثر من ذلك فإن السحب الشديد للمسمار يجعل رأسه ينكسر فجأة ويقفز.



3 الوصلة النهائية

يبدو البرشام الأملس أنيقًا من الخارج بالرغم من الفتحة المثقوبة فى منتصفه. إلا أن جزء المسمار الذى انكسر قفز واستقر بالداخل.



الشكل الظاهر للبرشام الأملس

ثياب الأمان



عادة ما يستخدم لهب غاز الأسيتيلين فى اللحام، وتدل الحرارة الشديدة والضوء الباهر على أن عمال اللحام الأوائل كانوا مُغطَّين من قمة الرأس حتى أخمص القدم بملابس مضادة للهب. واليوم، لا يزال عمال اللحام بالقوس الكهربائى اليوم يحتاجون لأقنعة واقية.

وصلات الدراجة

تستخدم طريقة اللحام بغاز خامل التنجستين فى وصل الأجزاء المعدنية فى العديد من الدراجات الحديثة.



اللحام

عندما يصاب الأصبع بجرح فإنه يداوى نفسه بنمو جلد جديد مشكّلاً وصلة ممتازة من نفس المادة، وهكذا تلتحم الأجزاء حيث يستخدم اللحام أسلوبًا مماثلاً إلى حد كبير. يستخدم اللهب أو التيار الكهربى لصهر قطعتين من المعدن معًا بطول حافتيهما مع إضافة المزيد من المعدن لإكسابه قوة. إلا أن بعض المعادن تتحد مع الأكسجين فى الهواء الجوى لتشكل طبقة سطحية صلبة تمنع الأجزاء من أن تلتحم. وعند استخدام غاز خامل التنجستين أو الغاز المعدنى الخامل، يمكن تفادى ذلك باستخدام تيار هوائى غازى لا يحتوى على الأكسجين.



الشــد والانضغـاط

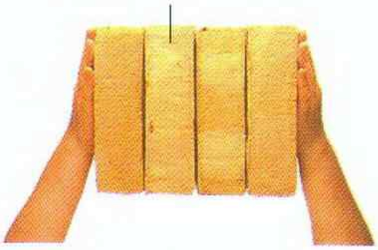
لا تكون المواد نافعة إلا إذا كان بإمكانها تحمل القوى. وتنتقل القوى عبر التراكيب مثل التيار الكهربى، فعندما يحمل تركيب ما بوزن، تنتقل قوة خلاله حتى تصل إلى الأرض، وكرد فعل تدفع الأرض الوزن بنفس القوة إلى أعلى ولهذا فإنه يظل ثابتًا فى مكانه. بدون الصلابة التى تجعل المواد تتحمل الشد والضغط فإنه حتى الأشياء غير الميكانيكية مثل الراديو ستتوقف عن العمل؛ لأن وصلاتها سرعان ما ستتفكك. ويسبب الضغط ـ المتمثل فى الدفع أو السحب ـ انفعالاً فى المادة فتتحرك ذراتها عن أماكنها الطبيعية مولدة قوة تحاول أن تتعادل مع قوة السحب أو الدفع. إذا كانت هناك حاجة لقوة كبيرة جدًّا فيجب على الذرات أن تتحرك بعيدًا جدًّا لدرجة أن المادة تنكسر، ومن الممكن تجنب ذلك ببساطة عن طريق صناعة المواد بشكل أقوى، إلا أن هذا يعد إسرافًا. لذلك يحتاج المهندسون لمعرفة قوة المواد وكيفية تقدير السحب والدفع الذى سوف تتعرض له المواد.



نستطيع لف الحبال عن طريق الانضغاط

دفـع الحـبـال

عند السحب يشد الحبل، لكن ذلك لا يظهر عند الدفع، فالحبل لن يرد الدفعة.



يمكن للطوب مقاومة الدفع

دفـع الطـوب

اضغط قوالب طوب معًا تجدها تدفع إلى الخارج بقوة مماثلة، فلديها قوة لتتحمل الانضغاط. وهكذا تعمل الحوائط، حيث إن وزن الطوب إضافة إلى الأحمال مثل الأرضيات والسقف تضغط القوالب معًا ليتكون مبنى متين، أما الأسمنت فمهمته لا تتعدى توزيع الحمل بالتساوى على الأسطح.



لا يمكن للطوب مقاومة السحب

سـحـب الطـوب

بينما لا يستطيع الحبل مقاومة الدفع فإن رصة الطوب لا تستطيع مقاومة السحب ولهذا ينفصل الطوب بسهولة. فقوالب الطوب مصنوعة من جسيمات صغيرة، وهذه الجسيمات تثبتها معًا قوى ضعيفة جدًّا تجعلها تنفصل عن بعضها البعض بسهولة، لذلك فالطوب والمواد المشابهة مثل الخرسانة مواد لا تتحمل الشد.



يمكن للحبل مقاومة السحب

سـحـب الحبـال

فى أجزاء التركيب التى تتعرض للشد – التى تبذل قوة ساحبة – يمكن استخدام الحبال والسلاسل والأسلاك. تستخدم حبال من السلك فى صنع الكبارى المعلقة (ص22) ولكن المهندس الذى يتوقع شدًّا فى نقطة معينة من التركيب ويستخدم حبلاً لتحمل ذلك، من الأفضل أن يتأكد من ذلك؛ لأنه لو اتضح أن القوة هى قوة دفع (انضغاط) فإن الحبل لن يستطيع تقديم أى قوة مضادة وربما يؤدى ذلك إلى انهيار المبنى.



1 العينـــة

يخلط الأسمنت مع كمية من الماء محسوبة بدقة ويصب فى قالب ويظل لمدة محددة وتحت حرارة معـينـة. ولضـمـان الحصول على نفس النتائج يصنع القالب دائمًا بطول 8 سم (3 بوصات)، و2,5 سم (1 بوصة) عند الوسط. بعد أن تـقـبض مخالب الآلـة عـلـى القالب، يتم ملء دلو معدنى معلق فى نهاية الذراع بقذائف رصاص حتى تنكسر العينة الأسمنتية.

جهاز اختبار الشد للأسمنت

تتعرض كل المواد المعروفة لاختبارات قوة ويتم نشر النتائج فى جداول ليستخدمها المهندسون، ويـتـم اخـتـبـار المواد الجديـدة عـنـد صـنـاعـتـهـا لاكتشاف مدى قوتها. كذلك فإن المواد المصنوعة لمهمة ضخمة يجب اختبارها للتأكد من مدى مطابقتها للمواصفات. هذه الآلة البسيطة التى استخدمت فى القرن الـ 19 تقيس مقاومة الشد لعينة أسمنتية باستخدام حمل يتزايد بانتظام لإجهاده بالشد حتى ينكسر.



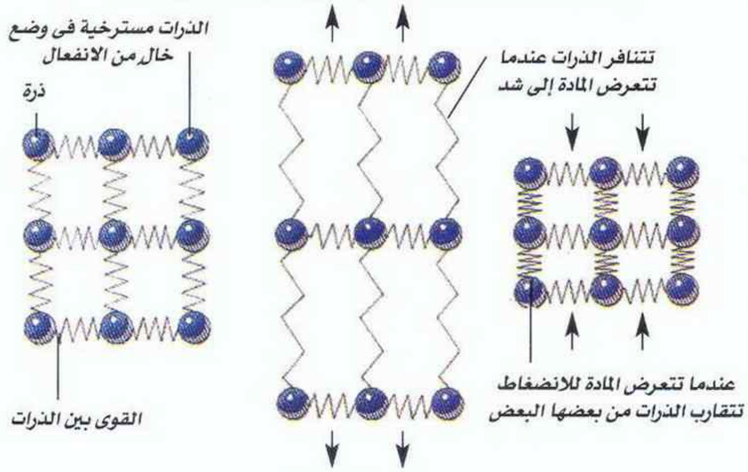
تركيب بسيط

تعد العارضة تركيبًا بسيطًا فهى عبارة عن قطعة مستقيمة من مادة مدعمة من طرفيها. ويؤدى وضع أى شىء على العارضة إلى ثنيها فيتغير شكلها وتنتج قوة متجهة إلى أعلى لتوازن الحمل، وهذا يجعل السطح السفلى للعارضة يتمدد. إن المواد التى تنكسر عندما تتمدد مثل الحجارة لا يمكن استخدامها كعوارض. وتنثنى جميع العوارض تحت الأحمال إلا الخشب ينثنى بدرجة أكبر من الفولاذ.



قوس أنيق

يعد شكل القوس أفضل تركيبًا بالحجارة لملء الفراغ (ص22)، وتعنى انحناءة القوس المتجه إلى أعلى أن القوى المتجهة إلى أسفل قد تحول اتجاهها إلى الخارج بحيث يكون كل جزء من القوس متعرضًا للانضغاط، وهذا ما يجعل شكل القوس مثاليًا مع المواد ذات القوة الضعيفة لتحمل الشد، إذ يتساوى الحمل الواقع على جميع القطع بما فى ذلك الحجر الأوسط.



البناء الذرى

دائمًا ما تحتفظ المواد الصلبة بشكل ثابت تقريبًا لوجود قوى كهربية قوية تجذب ذراتها بعضها إلى البعض، ولكى نفهم هذا يمكننا تخيل أن الذرات ترتبط معًا بمجموعة من «السوست» التى يمكن ضغطها أو فردها، وكلما ازداد الضغط أو الشد ازدادت مقاومتها عن طريق بذل قوة مضادة.

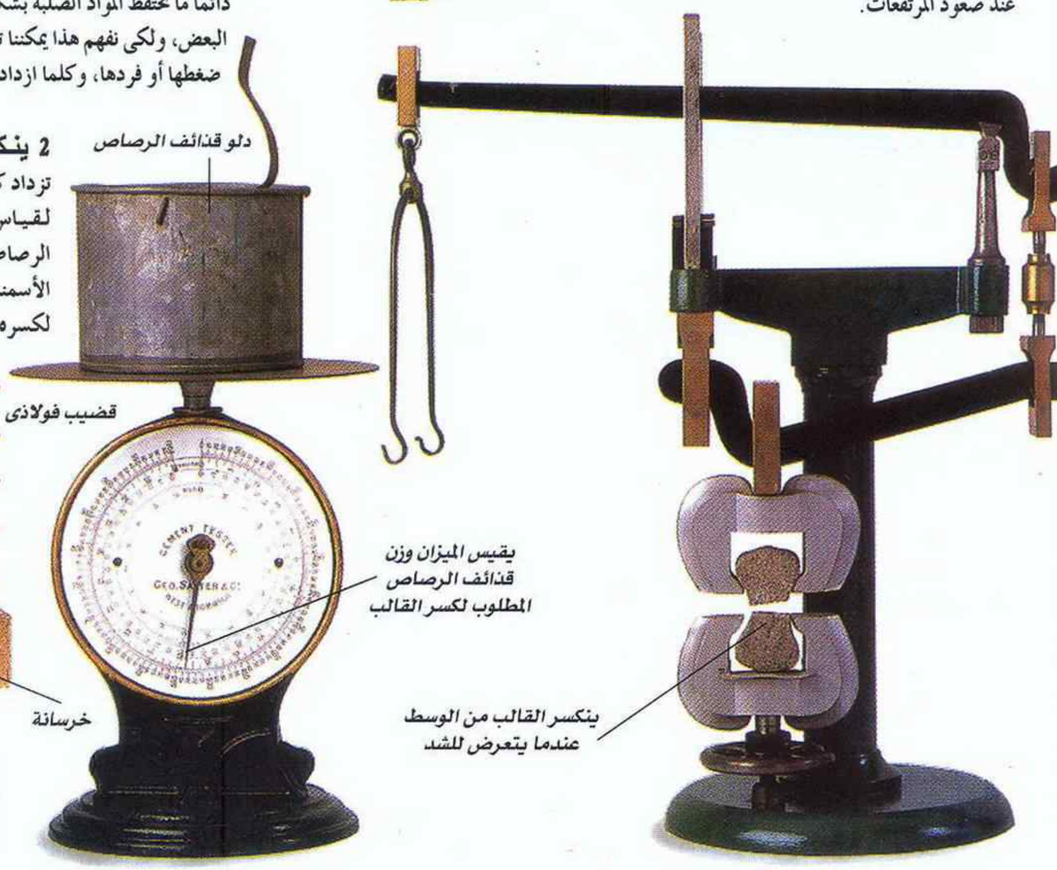


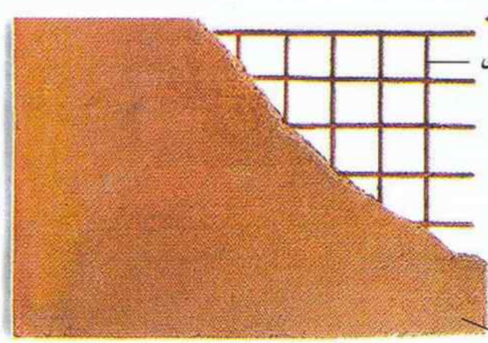
عضلات ركوب الدراجات

يتطلب السفر بالدراجة طاقة أقل لكل كيلومتر من أى وسيلة أخرى. تستمد الدراجة كفاءتها هذه من التناسب الدقيق بين الدفع والسحب. ويتم صنع هيكل الدراجة من أنابيب مفرغة؛ لأن الأنابيب تتحمل الضغط أكثر مما تتحمله القضبان المصمتة المتساوية معها فى الوزن. وعن طريق الضغط على البدال يتم سحب الجنزير الذى يدير الإطار الخلفى الذى يضغط بدوره على الأرض لتتحرك الدراجة. ولأن قدرة الإنسان على الدفع محدودة لذا فقد استخدمت التروس (ص32–33) للتقليل من سرعة الدراجة، وبالتالى من قوة الدفع المطلوبة عند صعود المرتفعات.

2 ينكسر القالب

تزداد كمية قذائف الرصاص حتى ينكسر القالب ويتم استخدام ميزان لقياس وزن قذائف الرصاص الموجودة فى الدلو. يستخدم وزن الرصاص بالإضافة إلى حجم العينة من الوسط لحساب قوة شد المادة. الأسمنت ليس قويًّا فى حالة الشد مما يعنى أننا نحتاج فقط لقوة صغيرة لكسره وهو ما يسمح باستخدام آلة معملية مصغرة فى عمل الاختبار.



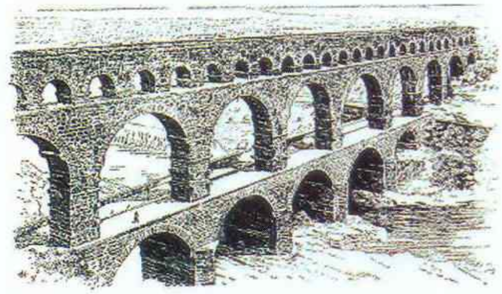


الخرسانة المسلحة

إن مقاومة الخرسانة للضغط أفضل من مقاومتها للشد، ومن الممكن لقضيب رفيع من الفولاذ أن يقاوم سحبة شديدة ولكنه ينثنى بسبب ضغطة صغيرة. يستخدم الفولاذ والخرسانة معًا لصنع مادة قوية تستخدم لبناء معظم البنايات الضخمة.

تشـــيـيـد المبــانـــى

عند تشييد المبانى والسدود والكبارى، فإن حجمها وحده يتطلب تدخلاً خاصًا من التكنولوجيا، كما أن المهندسين والمعماريين لديهم فرصة واحدة فقط لتشييد المبانى بالطريقة الصحيحة. وتعد الحسابات الدقيقة والمعرفة الواسعة بالمواد من أهم الأشياء المطلوبة للتأكد من أن أى بناء جديد سوف يصمد على مر الأيام، وأنه سوف يحمى من تأثيرات الطقس، ويوفر لسكانه بيئة مريحة. ويعد شكل المبنى أيضًا من الأشياء الهامة ويتأثر ذلك بتغير «موضة المعمار» من عصر إلى آخر. وفى العصور القديمة كانت عملية التشييد أبسط بالنسبة للعمال والمهندسين، فاختيارهم للمواد كان محدودًا، وغالبًا ما كان تطور التصميمات يعتمد على تغيير طفيف فى تصميمات سبق تنفيذها، كما أن الذوق الفنى فى المعمار كان يتغير ببطء. وقد شيد البناءون الأوائل مبانى عظيمة مثل كاتدرائيات أوروبا الضخمة، إلا أن هذه المبانى لا تعد صعبة التشييد بمعايير البنايات الحديثة التى يتحكم الكمبيوتر فى خدماتها المعقدة للاتصال والتحكم البيئى، مما يجعل تصميمها معقدًا كتصميم سيارة.



جسـر بـونـت دو جـارد

بنى هذا البناء الهائل الذى يبلغ ارتفاعه 275 مترًا (900 قدم) على يد الجنرال الرومانى أجريبا (63–12 ق. م تقريبًا)– أى منذ حوالى ألفى عام– كان الغرض منه توصيل المياه الجوفية إلى مدينة نيس فى فرنسا من فوق نهر جارد. كانت الحجارة هى المادة المتاحة، وكان شكل القوس (ص21) هو البنيان الوحيد المعروف الذى يسمح للحجارة بتخطى ماء النهر. وبينما كان أكبر الأقواس – الذى يبلغ عرضه 29 م (95 قدمًا) – ضروريًا لتنقية الماء، كانت الأقواس الأخرى تساعد فقط على تقليل عدد الحجارة وجعل البنيان أخف وزنًا.



بيـت المصـارعـين

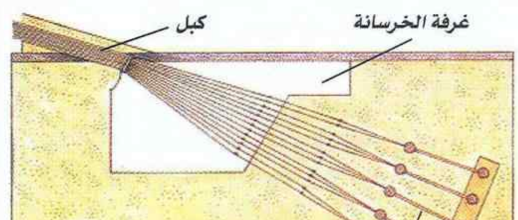
الكولوسيوم هو حلبة واسعة بناها الرومان بين 70–80 م من الحجارة والطوب والأسمنت. وقد كان الرومان هم أول من استخدم الأسمنت على هذا النطاق الواسع وقد أدخلوا الأقواس فى كل مكان ممكن فى البناء البالغ طوله 190 م (620 قدمًا) وذلك لتقليل الوزن.

جسـر معلـق

نظرًا لأن الفولاذ قوى فى حالة الشد، فيمكن بناء طريق معلق باستخدام أسلاك الفولاذ المثبتة عاليا فى برجين. تكون النتيجة جسرًا معلقًا، أى ما يشبه القوس المقلوب. ويمكن استخدام هذه الطريقة لمد جسر يقطع مسافات طويلة تزيد عن 2 كم (2,1 ميل). منذ آلاف السنين استخدمت النباتات المتسلقة بنفس الطريقة لصناعة القناطر البدائية التى تعبر الجداول. ويصل امتداد هذا الجسر الحربى المعلق الذى بنى عام 1900 (كما فى هذا النموذج) إلى 60 م (200 قدم) فقط، وذلك لأن أبراجه الخشبية خفيفة الوزن لا تحتمل وزن جسر أطول.

تثبيت جسـر معلـق

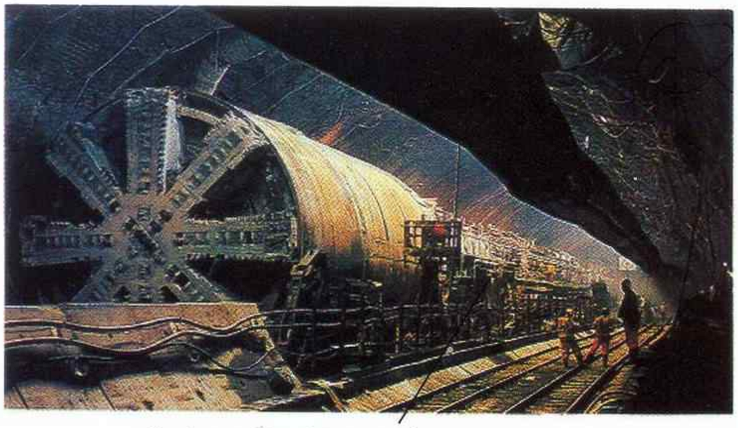
تقوم أسلاك الجسر المعلق بتوزيع القوة طوليًا من أبراج الارتكاز مما يتيح للأبراج حمل طريق طويل. ولتجنب تأثير القوى الطولية على الأبراج ذاتها يتم تركيب الأسلاك بحرية فوق قمم الأبراج وتثبت فى الصخر على جانبى الوادى الذى يعبره الجسر. ويتم تثبيت الأسلاك بطريقة خاصة جدًا مما يعمل على توزيع الحمل فوق منطقة واسعة من الصخور لتفادى تفكك الأسلاك وانفلاتها.



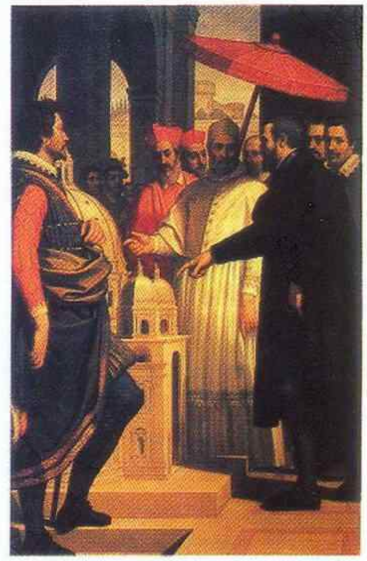


نفــق القنــال

حفرت هذه الآلة الضخمة النصف البريطانى من النفق الذى يربط بين بريطانيا وفرنسا والذى يبلغ طوله 50 كم (31 ميلاً). وتعتبر هذه الآلة فى حد ذاتها نصرًا هندسيًّا غير مسبوق. وقد ظل هذا الوحش البالغ طوله 205 م (820 قدمًا) يدفع نفسه إلى الأمام قاطعا كل يوم مسافة 75 م (250 قدمًا) عبر النفق الذى كان ينمو يومًا بعد يوم. وأخيرًا التقت هذه الآلة العملاقة بنظيرتها الفرنسية على عمق 100م (330 قدمًا) من سطح القنال الإنجليزى فى شهر يونية من عام 1991. وقد كان من المستحيل إنجاز هذا العمل بهذه الدقة والسرعة بدون استخدام المعدات التى تعمل بالليزر لمسح الأراضى (ص58–59) والتى استخدمت من بداية المشروع إلى نهايته.



آله تحمل خطى سكة حديد وتسعة حواسب آلية وأنابيب للهواء والماء



أستاذ فى كل الفنــون

كان الرسام والنحات الإيطالى مايكل أنجلو (1475–1564) واحدًا من أهم مهندسى المعمار لكنيسة سان بيتر فى روما، ويظهر هنا فى الصورة وهو يتباهى بنموذج للكنيسة أمام البابا بول الرابع. وقد كان أهم إنجازات مايكل أنجلو على الإطلاق تصميمه للقبة المركزية الرائعة لتلك الكنيسة.



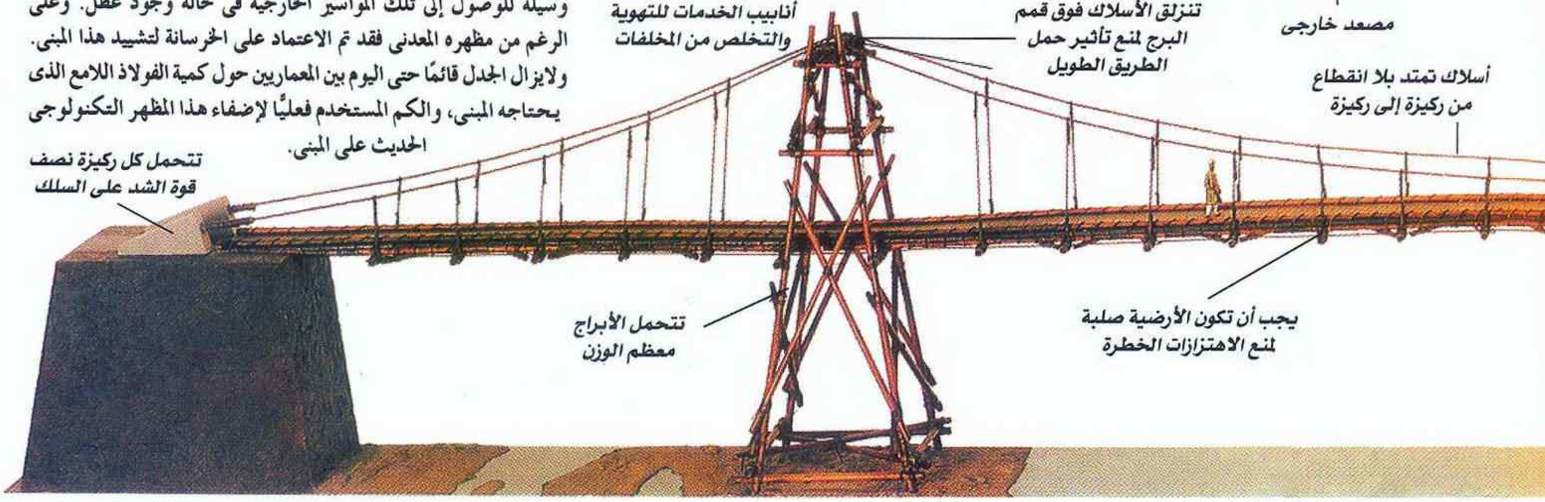
ناطحات سحـاب نيويورك

اخترع المهندس البريطانى هنرى بيسيمر (1813–1898) طريقة رخيصة لصناعة الفولاذ عام 1856، وقد قدم هذا حلاً لمشكلة الزحام فى مدن أمريكا الشمالية المتنامية بسرعة حيث أصبح من الممكن أن ترتفع المبانى ارتفاعات شاهقة. يتحدد ارتفاع بنيان من الطوب بحسب قدرته على تحمل الضغط الجانبى الناتج عن حركة الرياح والأرض، إلا أن الهيكل الفولاذى يسمح لأى بناء أن يرتفع لأكثر من 50 طابقًا. وقد ارتفع أول بنيان ذى هيكل فولاذى فى شيكاغو عام 1885 وقد أصبح ذلك الارتفاع مقبولاً فى ظل الاختراعات الأخرى مثل المصاعد والهواتف. ويوضح هذا المنظر لمدينة نيويورك النتيجة النهائية لهذا التطور التكنولوجى.

بنايـة لويـد، لنـدن

حقق المهندس المعمارى البريطانى ريتشارد روجرز الذى ولد عام 1933 شهرة فورية عام 1971 بتصميمه لمركز بومبيدو فى باريس، وفى هذا المبنى تم توفير مساحات داخلية كبيرة عن طريق وضع كل المواسير والمصاعد خارج المبنى. وقد كرر المهندس نفس الطراز عام 1986 فى بناية لويد بمدينة لندن حيث استخدم نفس فكرة «من الداخل إلى الخارج» لتوفير مساحات داخلية هائلة تمتد بارتفاع البناية كلها. وتتيح الروافع الدائمة المثبتة لمهندسى الصيانة وسيلة للوصول إلى تلك المواسير الخارجية فى حالة وجود عطل. وعلى الرغم من مظهره المعدنى فقد تم الاعتماد على الخرسانة لتشييد هذا المبنى. ولايزال الجدل قائمًا حتى اليوم بين المعماريين حول كمية الفولاذ اللازم الذى يحتاجه المبنى، والكم المستخدم فعليًا لإضفاء هذا المظهر التكنولوجى الحديث على المبنى.





الخشــــب

كان الخشب لملايين السنين يحمل أوراق الأشجار وثمارها وأزهارها عاليًا فوق الأرض. وبمجرد أن توصل الإنسان لصناعة الفئوس بدأ فى استخدامها فى تقطيع الأشجار. ولايزال الخشب واحدًا من أكثر المواد استخدامًا وأكثرها انتشارًا، حيث يستخدم فى صنع الأرضيات والأثاث والورق كهذا الورق المستخدم فى الكتاب الذى تقرؤه الآن.

وبالإضافة إلى ذلك فإن المبانى الخرسانية يتم بناؤها عن طريق صب الأسمنت فى قوالب من الخشب. والخشب مادة مركبة (ص28–29)، وهو يتكون من العديد من ألياف السليلوز المتوازية والتى تتميز بالطول والقوة. وتوجد هذه المادة السكرية البيضاء فى كل النباتات إلا أنها فى الأشجار تكون مقواة بالمادة البنية المسماة بـ «الخشبين» والتى تعطى الخشب لونه البنى. توجد مئات الأنواع من الخشب وكلها مفيدة لأغراض مختلفة. بل إنه يعيد تصنيع نفسه بالتحلل فينتج ثانى أكسيد الكربون الذى تحتاجه الأشجار الجديدة. وبمقارنة قطعتين من نفس الوزن من الخشب والفولاذ، فالخشب، تلك المادة الهائلة، أقوى ثلاث مرات من الفولاذ.



حطاب القرون الوسطى

ترجع تكنولوجيا الأخشاب إلى العصر الحجرى. ولكن كان لابد من وجود الأنصال المعدنية لكى تصبح الأعمال الخشبية حرفة حقيقية (ص12–13). وحتى فى وقت متأخر مثل عام 1500 كان نجار كهذا يعتمد فى أغلب الأوقات على فأس لتشكيل الخشب.



آلــة قديمــة

يعـد القـدوم واحـدًا مـن أقـدم الأدوات المستخدمة فى الأعمال الخشبية. وقد استخدمه المصريون القدماء فى نحت القطع الخشبية الكبيرة مثل السفن أو التوابيت وإعطائها شكلها النهائى. تعمل هذه الأداة القديمة بطريقة جيدة جدًا لدرجة أنها مازالت مستخدمة فى الشرق الأوسط حتى الآن.



استخدام القدوم

يعتبر القدوم أداة ما بين الفأس وفأرة النجارة ويعمل عن طريق القطع المتوالى لسطح الخشب ثم تقشير الطبقة العليا وإزالتها مستغلاً ضعف المادة بين التجزعات فينتج بذلك سطح أملس.

أنواع مختلفة من الخشب

لكل نوع من الخشب خصائصه المختلفة التى تجعله أفضل فى بعض الأغراض من أنواع أخرى. وتعد أكثر الأخشاب استخدامًا على نطاق واسع تلك الأخشاب الرقيقة الرخيصة التى نحصل عليها من الصنوبريات مثل الصنوبر والبيسيه. تنمو هذه الأشجار فى الغابات الدائمة حيث تقطع الأشجار فتنمو مكـانهـا أشـجـار أخـرى فى الحال. تحتفظ الصنوبريات بأوراقها طوال العام وبهذا يمكنها أن تنمو بسرعة فى الغابات المظلمة الباردة فى البـلاد الشـمـاليـة. أما الأخشـاب الصلبـة فنحصل عليها من أشجار أبطأ نموًا توجد فى أمـاكـن أكثر دفـئًـا وإشـراقًـا، وهـى أقـوى وعروقها أفضل ولكن تكلفتها أعلى. بعض هـذه الأخشـاب الصـلبـة مـثـل الماهـوجنـى يقتلعها الإنسان أسرع من قدرتها على تجديد نفسها وهو ما يهدد بانقراض هذه الأشجار والحياة البرية التى تعتمد على وجودها.



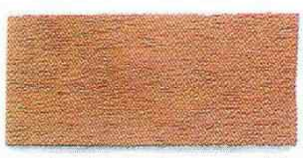
خشب الصنوبر. يستخدم فى صناعة الأثاث والبناء



خشب البلوط يستخدم فى صناعة الأثاث وتجهيزات المحلات



خشب الماهوجنى. يستخدم لقوته ولونه



خشب البلسا. خفيف وينمو بسرعة



خشب «ريمن» يستخدم فى صنع اللعب وداخل البنايات



طريقـة الطبيعـة

تمتلك كل من فنلندا والسويد وكندا غابات صنوبرية مترامية الأطراف تمد معظم العالم بالأخشاب والورق. وتعد تكلفة نقل كل هذه الأخشاب كبيرة، ولكن يمكن تقليلها كما يحدث فى كندا (كما هو موضح فى الصورة) بالطريقة التقليدية التى تجعل الجذوع تطفو على سطح النهر حتى تصل إلى البحر.



فـأرة التنعيم

يمكن قطع الخشب بسهولة باستخدام الأدوات اليدوية مثل فأرة التنعيم هذه. يكون الكشط دائمًا فى اتجاه عروق الخشب لذا تـنفصل الألياف عن بعضها فقط ولا تنكسر. تم ضبط زاوية الشفرة وحافتها القاطعة لتفصل الخشب بأقل مجهود مكونة تلك الشرائح الملتوية المعروفة. تستخدم الفأرة لتنعيم السطح الخشن الذى يسببه المنشار ولكى تعطى الخشب أبعاده النهائية.

تشـكيل الخشـب

إن الخشب قوى فى الاتجاه الذى تمتد فيه أليافه أو «باتجاه التجزعات»، ولكن تماسك أليافه معًا ضعيف نوعًا ما لذا فإن من السهل كسر الخشب «بعكس اتجاه التجزعات». وعلى عكس المعادن والبلاستيك فإن الخشب أقوى فى حالة الشد من حالة الانضغاط (ص20–21)، وهو سريع التأثر بالرطوبة فينتفخ ومن الممكن أن يتعفن فى الأجواء الرطبة، لذا يجب أن يراعى هذا عند تصميم العناصر الخشبية. وقد صنعت معظم الآلات الموسيقية والأثاث القديم من الخشب. فآلة الكمان على سبيل المثال ما هى إلا نموذج رائع للقطع والتشكيل والوصل الذى يجعل الأخشاب الخرساء تغنى.







الانحنـــاءات

يستخدم مظفار (إزميل مقعر) لنحت بطن وظهر الكمان المنتفخين بميل خفيف. تشكل الدعامات بالتسخين والقولبة لتصل ما بين الظهر والبطن مكونة صندوق الصوت الذى يعطى للآلة صوتها.

العنـق المعقـوف

يقطع العنق وينحت من كتلة من خشب القيقب، ويستخدم المثقاب لثقب فتحات تثبت بها المفاتيح المصنوعة من الأبانوس التى تشد إليها الأوتار.

تشكيل جسم الكمان

تلصق ألواح منتقاة من الأخشاب معا مثل خشب البيسيه للجزء الأمامى ((البطن)) وخشب صلب مثل خشب القيقب للظهر، وتلتصق الحواف بالغراء معا لتكون ألواحًا أكبر. بعد ذلك يستخدم منشار حاد لقطع البطن والظهر.



أدوات مصغـرة

يتطلب تشكيل وصقل الآلات الموسيقية لمسات دقيقة، وتستخدم الفأرات الصغيرة ـ أصغرها بحجم ظفر الإبهام ـ لتنعيم الآثار التى يتركها الإزميل.



أنـيـق وقـوى

تتضح من الشكل النهائى للكرسى البساطة والنعومة التى تميز بها الأثاث فى عصر الملك جورج الرابع وخاصة فى الفترة ما بين 1811 و1820. وترجع جودة الملمس وأناقة المظهر هنا إلى أن صانعه قد استفاد من مواده إلى أقصى حد. فالأذرع الملتوية مصنوعة من قطعتين للتأكد من أن التجزعات تمتد طولاً وليس عرضًا فى الأماكن التى تتعرض لضغط عالٍ. والأرجل القوية والوصلات المحكمة تغنى عن العوارض الممتدة وهى قطع خشبية تربط الأرجل قرب القاعدة مما يعطى الإحساس بالرشاقة التى تميز بها هذا العصر.









إعادة تصنيع كرسى تاريخى

مازال معظم الناس يفضلون الأثاث المنزلى المصنوع من الخشب، وهو المادة التى لم يكن أحد يتخيل إمكانية قطعها ووصلها. وقد نجح صانعو الأثاث منذ وقت طويل فى وصل أجزاء الخشب بحيث لا تنفصل عن بعضها وبحيث لا يلحظ أحد مكان الوصلة، وذلك بالاعتماد على الغراء (ص18) لمنعها من التفكك، لذا فالأثاث الأرخص ثمنا يعتمد على وصلات معدنية ظاهرة للتثبيت. هذا المقعد الملكى مصنوع من الخشب باستخدام النقر واللسان، حيث يدخل بروز (لسان) مشكل فى قطعة من الخشب فى شق (نقر) محفور بالأزميل فى القطعة الأخرى، كما ترابطت المفاصل التى تحمل الثقل بواسطة أوتاد تعرف بالدسار وهى عبارة عن قطع خشبية أسطوانية تساعد الخشب على التماسك بقوة.

البـلاسـتيـكات



عنكبوت فى كهرمان

الكهرمان هو بلاستيك طبيعى وهو عبارة عن راتينج متحجر لشجرة صنوبر. فى بداية تشكلها كانت هذه القطعة الكبيرة من الكهرمان عبارة عن سائل لزج؛ لذا فإن العنكبوت الذى سقط فى أسرها سيبقى محفوظًا داخلها إلى الأبد.

توجد البلاستيكيات (اللدائن) مثل الراتينج الصنوبرى فى الطبيعة منذ ملايين السنين ولكن فى الخمسينيات من القرن التاسع عشر بدأ الكيميائيون يحاولون إنتاج بلاستيك صناعى. ويسهل تشكيل معظم البلاستيكيات بالحرارة، وبعضها أكثر شفافية من الزجاج، وبعضها الآخر أقوى من الفولاذ، كما أن بعضها صلب وبعضها لين. وقد نجح الإنسان فى تشكيل البلاستيكات على هيئة ألياف وفى بخها وضغطها على شكل أنابيب أو ألواح كما نجح أيضًا فى تفويرها لصنع «الفوم» البلاستيك الرغوى. اخترع الكيميائى البريطانى ألكسندر باركس (1813–1890) أول بلاستيك اصطناعى حوالى عام 1855. فى النهاية أدخلت تحسينات على هذه المادة فى الولايات المتحدة لتنتج السليوليد وتجعل صناعة الأفلام ممكنة وهو عبارة عن مادة شفافة ومرنة (ولكنها سريعة الاشتعال والانفجار). كانت هذه المنتجات الأولى بداية ثورة فى تصنيع المواد مست كل مظاهر الحياة.



المواد الخام

توضع حبيبات القولبة هذه فى آلة يمكنها أن تصهرهم وتحولهم إلى سائل وتضغطهم فى شكل قالب معدنى فى ثوانٍ معدودة (ص38) وتسمى المواد من هذا النوع باللدن الحرارى thermoplastic لأنها تتشكل بالتسخين ومن هنا جاء اسمها حيث إن كلمة "thermo" تعنى (حرارى) بينما تعنى كلمة «plastic» (سهل التشكيل).



أسطوانة تعزف طويلاً

تم اختراع تسجيل الصوت عام 1877 واستخدمت أول الأمر أسطوانات مصنوعة من الشمع، أما الأسطوانات ذات السطح المستوى فاخترعها عام 1887 مهندس ألمانى يدعى إميل برلينر (1851–1929)، وهذه الأسطوانات المستوية يمكن تشكيلها بالبلاستيكات البدائية. لكن مادة الـ «بى فى سى» PVC أو الفينيل التى أصبحت متاحة منذ أربعينيات القرن العشرين كانت أكثر نعومة مما خفف من حدة الثقوب وأبطأ من سرعة العزف.



أسطوانة مضغوطة

لم تكن الأسطوانات المضغوطة التى ظهرت أول مرة عام 1982 لتظهر بدون البلاستيكات الحديثة. يتم التسجيل الأصلى على شريط تسجيل بلاستيكى باستخدام الإلكترونيات (ص58) والذى يعتمد أيضًا على البلاستيك. تصنع الأسطوانة من بلاستيك صلب وشفاف يسمى بـ «البولى كربونات» «متعدد الكربونات». يتم قولبة الأسطوانة بالحقن (ص38) باستخدام أداة قطع ليزرية تضغط على الأسطوانة تاركة بلايين الحفر الصغيرة التى تحمل الموسيقى على هيئة شفرة، وتقل مساحة كل حفرة مئات المرات عن النقطة التى توجد فى نهاية الجملة.

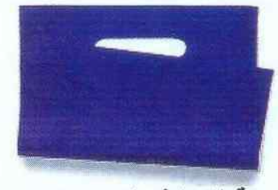
الاستماع للموسيقى

يذكرنا هذا المشغل الآلى للأسطوانات أو الجرامفون من عشرينيات القرن العشرين بحجم التطور الذى أحدثته البلاستيكيات الأشياء. فقد صنع هيكله من قطع مستوية من الخشب تغطيه شكل الصندوق، وصنعت الأجزاء المتحركة والبوق من المعدن، لذا فإنه ثقيل جدا. وكانت أسطوانة الجرامفون مصنوعة من بلاستيك بدائى، عبارة عن راتينج طبيعى يسمى اللك (الشيلاك) وتتم تقويته ببودرة الأردواز والكربون. ويتشكل هذا الخليط بصورة جيدة ولكنه ينكسر بسهولة بينما يصدر ملمسه الخشن صوت احتكاك ولايسمح بالعزف إلا لمدة لا تزيد عن بضع دقائق فقط.



استخدام البلاستيك

تسمى البلاستيكات بالمادة متعددة الأجزاء «البوليمرات» polymers وهى كلمة مستمدة من اللغة اليونانية، و«بولى» Poly تعنى (متعدد)، أما «مير» mer فمعناها (جزء). وذلك لأن جزيئات البلاستيك الطويلة مكونة من نفس نموذج الذرات البسيط ويتكرر مرارًا وتكرارًا، وقد سهل ذلك تشكيلها لأداء أية مهمة تقريبًا. تلين معظم البلاستيكات بالحرارة ولكن بعضها يصلب بالحرارة وتسمى هذه باللدائن المتصلدة بالحرارة، كان أول ما اخترع منها هو الباكليت عام 1907 على يد الكيميائى البلجيكى ليو بيكلاند (1863–1944).



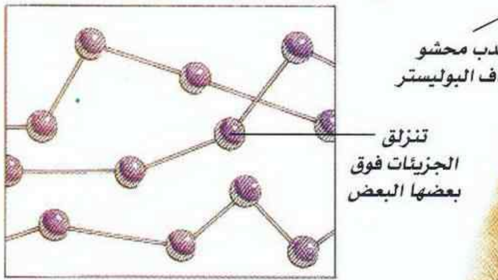
حقيبة البوليثيلين

كانت بداية هذا الكيس لفة متصلة من مادة مصنوعة بنفخ الهواء فى البلاستيك المصهور لتشكيل أنبوب. بعد الطباعة يقطع هذا الأنبوب إلى أطوال قصيرة ويقسم على شكل أكياس.

لعب الأطفال

هذه اللعبة الطرية مصنوعة من البلاستيك المستخدم فى صناعة نوافذ الطائرات وزجاجات المشروبات. وقد صنع الفرو الناعم لهذا الدب من النسيج الصناعى (الأكريليك) بطريقة بخ البلاستيك عبر فتحات صغيرة لعمل ألياف تغزل بعد ذلك فى مادة داعمة لتماسكها. بينما يكون الأكريليك صلبًا وشفافًا إن صنع على شكل ألواح، مما يجعله مناسبًا تمامًا للنوافذ. وقد تم حشو هذا الدب بألياف مصنوعة من البوليستر وهو بلاستيك يستعمل أيضًا فى صناعة الزجاجات والحبال.





اللدائن الحرارية

إن طبيعة جزيئات اللدائن الحرارية متشابكة معًا لتكون مادة صلبة، لكن عندما تسخن المادة فإن الجزيئات تكتسب طاقة كافية لتنزلق فوق بعضها البعض وتشكل سائلاً لزجًا وسميكًا.

صناعة الأفلام



ظهر السيليلويد عام 1887، وكان أول مادة صلبة شفافة يمكن لفها ووضعها فى كاميرا. يتم صنع الأفلام الحديثة من ثلاثى أسيتات السليلوز وهو على عكس سابقيه لا يمكن أن تشتعل فيه النيران أو ينفجر.

مطاط للأطفال الرضع

تكون جزيئات بعض أنواع البلاستيك طويلة ومطاطة وتسمى «لدينة مرنة». ويعتبر المطاط لدينة مرنة طبيعية نحصل عليها من الأشجار، ويكون فى صورته الخام معروفًا باسم العصارة اللبنية ويستخدم أينما وجدت الحاجة لمادة صلبة ومرنة كما فى هذه الحلمة المصنوعة خصيصًا لزجاجات الأطفال الرضع.



طريق بلاستيكى

ظهر البوليسترين المتمدد (بوليسترين منفوخ بملايين الفقاعات الغازية الصغيرة) فى الخمسينيات من القرن العشرين، ويمكنه أن يحل محل الدبش الذى يوضع فى قاعدة الطريق، وذلك لأنه أخف من الحجارة ويأتى فى كتل مرتبة لذا يمكن وضعه بسرعة وبتكلفة أقل.



تشكيل البلاستيك

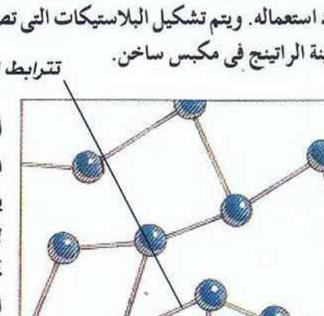
تعد القولبة بالحقن أكثر الطرق شيوعا لتشكيل اللدائن الحرارية (ص38) وفيها يدفع البلاستيك المصهور إلى قوالب فولاذية مغلقة. ويضمن التصميم الجيد للقالب خروج المنتجات فى حجمها الصحيح، كما يسهل صنع أجزاء مترابطة كتلك بحقنة واحدة.





وعاء خوائى من الباكليت

الباكليت هو أول بلاستيك يصلد بالحرارة. إلا أن لونه الداكن قد حدد استعماله. ويتم تشكيل البلاستيكات التى تصلد بالحرارة بضغط عجينة الراتينج فى مكبس ساخن.



البلاستيك المتصلد بالحرارة

يتصلد هذا النوع من البلاستيك لأن الحرارة تمد جزيئاته بالطاقة التى تحتاجها لتترابط معا وتكون شبكة بلاستيكية صلبة. بعض المواد الأخرى مثل الراتينج الإيبوكسى الذى يستخدم فى لصق المعادن (ص18) تصبح صلبة بطريقة مشابهة بفعل التفاعل الكيميائى الذى يمكن أن يحدث فى درجة حرارة الغرفة.

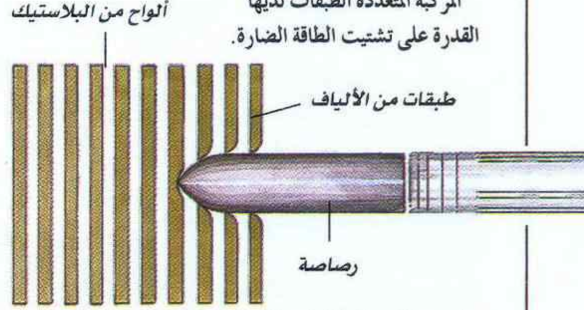
المـــواد المـــركبـــة



يمكن تحسين المواد عادة بضم مادتين معًا حتى تعمل كل واحدة منهما على تعويض النقص فى المادة الأخرى. وقد ساعدت هذه الطريقة على تصنيع العديد من المواد الممتازة ذات السعر المنخفض مما أتاح الفرصة لصنع منتجات أفضل بتكلفة أقل. تصنع المركبات عادة من زوجين من المواد لهما خصائص متضادة. تكون المادة الأولى مثلاً فى شكل أنسجة أو ألياف، وعلى الرغم من أنها قوية عند الشد فإنها تكون مرنة جدًّا ولا تقاوم الانضغاط (ص20–21) أما المادة الأخرى فيمكن أن تعمل فقط على تثبيت الألياف مع بعضها البعض. وعادة ما تكون هذه المادة الثانية «القالب» ضعيفة وسريعة الانكسار ولكن عندما يبدأ شرخ فى الامتداد خلال المنتج مهددا بكسره فإنه سوف يتشتت جانبًا إذا اصطدم بأليافها، مما يقلل الضغط الذى أدى إلى ظهوره ويوقف امتداده.

السترة المضادة للرصاص

يرتدى جندى الأمم المتحدة هذا سترة مضادة للرصاص لوقايته، على الرغم من أنها قد صنعت من ألواح رفيعة من البلاستيك. مما يثبت أن المادة المركبة المتعددة الطبقات لديها القدرة على تشتيت الطاقة الضارة.



كيف توقف الطبقات الرصاصة؟

عندما تصطدم الرصاصة بحزمة من ألواح رفيعة ملصقة بغراء ضعيف، فإن الألواح تنفصل عن بعضها البعض على مساحة واسعة. يستنفد هذا العمل طاقة كانت كافية لإحداث ثقب. وفى المواد المركبة يمكن للألياف الصغيرة التى تدخل فى قالب من مواد مختلفة أن تعطى نفس التأثير.



القصب والطـيـن

كان الناس قديما يمزجون الألياف الطبيعية مع الطين أو الجص (خليط من الماء والرمل وغيره) لصنع الطوب والأجزاء الأخرى فى المبانى. والقصب والطين هو نموذج مبسط لهذه المركبات؛ حيث تساهم كل مادة بقواها لتعويض الضغط فى المادة الأخرى ويعرف هذا الطراز من البناء باسم «الوتل».



رياضة متأنية ولطيفة



يجب أن يكون مضرب التنس خفيفًا وصلبًا فى الوقت نفسه. فلو انحنى بشدة عندما تصطدم به الكرة، فسيفقد بعض الطاقة مما يجعل ضربة الإرجاع ضعيفة. أما المضرب ثقيل الوزن فإنه يقلل من سرعة اللاعب. وقد كانت مضارب التنس الأولى مصنوعة من مادة مركبة طبيعية وهى الخشب وذلك بتعريضه للبخار وثنيه لتكوين عدة طبقات، وكانت النتيجة مضارب صلبة ولكنها ثقيلة نوعًا ما.

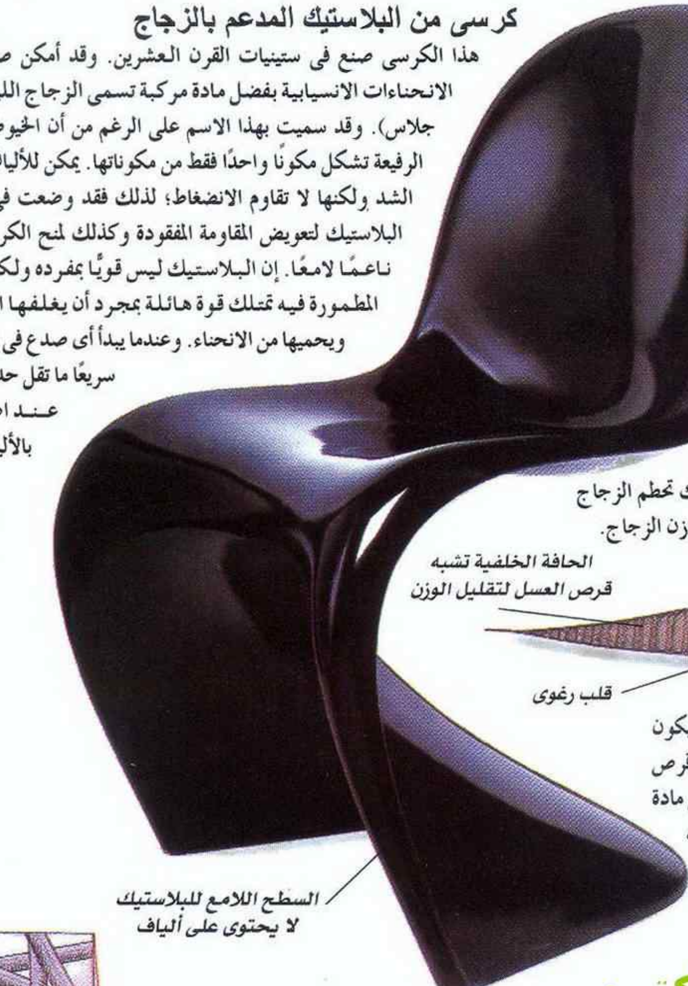


مـــادة لا تـقـهـــر

تعد ألياف الكربون النقى أشد صلابة من أى مادة أخرى لها نفس الوزن. ويتم إنتاج الكربون النقى بتحويل ألياف السليلوز إلى فحم نباتى. وبخلط هذه الألياف بالنايلون يصبح لدينا بلاستيك صلب لا يقهر لصنع المعدات الرياضية. وقد تم صنع هذا المضرب بصب البلاستيك حول قلب معدنى ثم يصهر هذا القلب فيما بعد مخلفًا إطارًا أجوف.

كرسى من البلاستيك المدعم بالزجاج

هذا الكرسى صنع فى ستينيات القرن العشرين. وقد أمكن صناعته بهذه الانحناءات الانسيابية بفضل مادة مركبة تسمى الزجاج الليفى (الفيبر جلاس). وقد سميت بهذا الاسم على الرغم من أن الخيوط الزجاجية الرفيعة تشكل مكونًا واحدًا فقط من مكوناتها. يمكن للألياف أن تقاوم الشد ولكنها لا تقاوم الانضغاط؛ لذلك فقد وضعت فى قالب من البلاستيك لتعويض المقاومة المفقودة وكذلك لمنح الكرسى سطحًا ناعمًا لامعًا. إن البلاستيك ليس قويًّا بمفرده ولكن الألياف المطمورة فيه تمتلك قوة هائلة بمجرد أن يغلفها البلاستيك ويحميها من الانحناء. وعندما يبدأ أى صدع فى التكون فإنه سريعًا ما تقل حدته ويتوقف عند اصطدامه بالألياف.





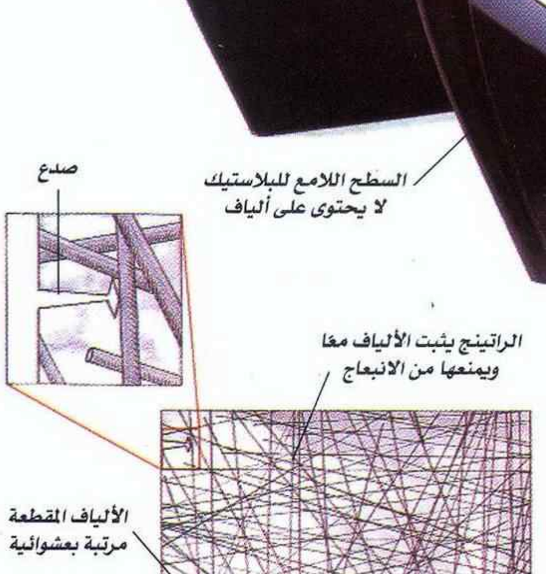
وقـايـة الزجـاج

يعتبر الزجاج الرقائقى مادة مركبة بسيطة، وهو يتكون من طبقة صلبة من البلاستيك ملصقة بالغراء بين لوحين من الزجاج. يحمى الزجاج البلاستيك من القطع أو الشرخ بينما يمنع البلاستيك تحطم الزجاج عندما تصيبه قذيفة، إلا أن معظم الطائرات الحديثة تستخدم ألواح الأكريليك (ص27) نظرًا لثقل وزن الزجاج.



نصل مروحة فى طائرة مروحية

هذا النصل الدوار فى طائرة هيليكوبتر هو تركيب معقد يحتوى على كل من زجاج وألياف كربون. يكون النصل أكثر كثافة من الخارج حيث الضغط عالى، أما من الداخل فيتكون من رغوة وتراكيب تشبه قرص العسل لتقليل الوزن ومنح الصلابة المطلوبة فى نفس الوقت. ويتغلب استخدام الأنصال المصنوعة من مادة مركبة على مشكلة كلال المعادن؛ حيث إن المعادن تضعف وتتكسر بالانثناء المتواصل الذى تتعرض له الأنصال عند التشغيل.



مركبات من الأليـاف

إن الألياف قوية بشكل هائل ولكنها تحتاج لتدعيمها وتثبيتها معا إذا كانت ستستخدم لصنع منتجات نافعة. فى كلٍّ من المواد المدعمة بالكربون والزجاج يثبت البلاستيك الألياف معًا ويمنعها من الالتواء، وإذا بدأ شرخ فى التكوين فإن الألياف تقوم بتغيير اتجاهه حتى لا يمتد خلال المادة مسببًا كسرها.

دراجـة الميـداليـة الـذهبيـة

صنعت هـذه الدراجة التى أحدثت ثورة فى عالم الدراجات من مركب الألياف والكربون، وقد قادت راكب الدراجات البريطانى كريس بوردمان للفوز بالميدالية الذهبية فى سباق 4000 م (2,5 ميل) بأوليمبياد عام 1992. عادة ما يكون البلاستيك مرنًا جدًا ولا يصلح لصنع دراجة جيدة ولكن المادة الجديدة المركبة قد جعلت الآلة أكثر صلابة وأخف وزنا وأكثر ديناميكية هوائية. فالهيكل المسبوك من قطعة واحدة أو ما يمكن تسميته بالهيكل أحادى القشرة يزيد من تحكم الراكب كما يجعل تركيب الإطارات والدواسات أفضل من التكوين التقليدى الذى اعتمد على لحام الأنابيب المعدنية ببعضها بعضًا. هذه الدراجة مصممة للسباقات لذا فهى لا تحتوى على مكابح أو تروس. كما يقلل وضع القيادة غير المريح من قوة الهواء على الراكب.



القيـاســات

تحتوى السيارة على آلاف الأجزاء المصنوعة فى عدة دول مختلفة. ولأن تلك الأجزاء تتميز بدقة القياسات فإن جميعها يأتى للمصنع ويتم تركيبها فى تناسب دقيق. فالقياسات العالمية للحجم والموضع والوزن والخصائص الكهربية وحتى الألوان (ص50–51) قد تم نشرها فى جميع أنحاء العالم، وهكذا لم تعد هناك حاجة للمنتجات الغالية المصنوعة يدويًّا فى ورشة واحدة. إن القياس فى الصناعة يتعدى بكثير قدرات شريط القياس المألوف والساعة وموازين المطبخ. ومنذ مائة عام قد بات من المألوف صناعة أجزاء ميكانيكية تصل دقتها إلى 0,025 مم (0,001 بوصة). بل إن المنتجات فى مجال البصريات تنحرف عن منحناها الطبيعى انحرافًا يقل عن 0,00025 مم (0,00001 بوصة)، وبالرغم من ذلك فإنها وبفضل التكنولوجيا أصبحت تصنع بالآلاف بتكلفة أقل بكثير من ذى قبل. وكذلك فقد تطورت الملاحة البحرية والجوية بعد اختراع أقمار النظام العالمى لتحديد المواقع والتى تسبح فى الفضاء لتحديد أماكن السفن والطائرات. لكى يعمل اللاسلكى والأقمار الصناعية يجب قياس الزمن بدقة متناهية تصل إلى أقل من ثانية فى القرن حتى لا يكون هناك تراكم للأخطاء.



بـذور أمينـة

فى العصور القديمة، كان من الصعب إقناع الزبائن بعدم وجود تلاعب فى الأوزان؛ لذا كانت بذور شجرة الخروب تستخدم عادة كمقياس حيث لا يمكن تغيير أوزانها دون أن يظهر عليها تلف واضح.



قياس خاتم من الذهب

إن نسبة الذهب فى سبيكة يعبر عنها بعدد القراريط فى الآونس، ويتكون الآونس من 24 قيراطًا، لذا فإن الذهب عيار 24 قيراطًا هو الذهب النقى، بينما الذهب عيار 18 قيراطًا يحتوى على 24/18 أونسبة 75٪ من الذهب.





المكيال النحاسى للتقطير

صنع هذا الإبربق الفخم عام 1910 لبيع المشروبات بالجملة، وهو واحد من مجموعة تغطى أحجام من 2 جالون (9 لترات) إلى 1 باينت (0,6 لتر). يكون المقدار صحيحا عندما يمتلئ الإبريق حتى أضيق جزء فيه. ويوجد بداخل الفوهة ختم مدينة لندن دليل على دقة الإبريق.



القيـاس المتـرى

استخدم النظام المترى فى فرنسا عام 1795 خلال الثورة الفرنسية، وقد استبدل المعايير الكثيرة المتضاربة للطول والكتلة ووضع بدلا منها مقياسين فقط وهما المتر والجرام، أما اللتر فكان وحدة منفصلة وعرف بأنه حجم 1 كجم من الماء (2,2 رطل). وقد استخدمت قياسات لترية معيارية مثل هذه فى القرن الـ 19 لتأكيد الدقة فى أباريق القياس.

يـاردة برونزيـة (1497)

أنشأ الرومان «النظام الإمبراطورى» للقياسات، ولا يزال بعض أجزائه مستخدمة فى بريطانيا، كما أن صورة منه مستخدمة فى الولايات المتحدة وإن كان قد طرأ عليها تغيرًا طفيفًا. مقياس الطول فى هذا النظام هو الياردة وهى مقسمة إلى 3 أقدام، يتكون كل قدم من 12 بوصة. إن دقة هذه الياردة الرسمية رديئة بالمقارنة بالمعايير الحديثة التى تستخدم ضوء الليزر لتحديد الأطوال (ص59)، ولكنها كانت جيدة بالنسبة لتكنولوجيا العصر الذى ظهرت فيه.





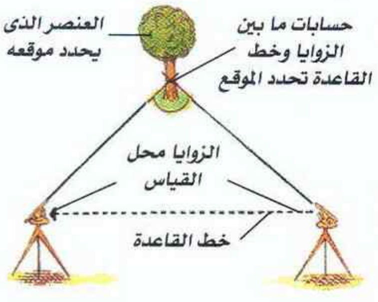
البوصـة المكعبـة

تعتمد التكنولوجيا على القياسات، وكذلك فهى التى تمدنا بالقياسات. يجب أن تعرف خصائص المواد بدقة حتى يستطيع المصممون عمل حسابات يُعتمد عليها. وقد استخدمت هيئة التجارة البريطانية هذا المعيار الدقيق المصنع آليًّا والمطلى بالنحاس الأصفر والنيكل عام 1889 لتحديد وزن بوصة مكعبة (16 مللى لتر) من الماء الصافى. ويبدو فى الصورة هنا أكبر من حجمه الفعلى بحوالى 1,7 مرة.

عكس ضوء الشمس

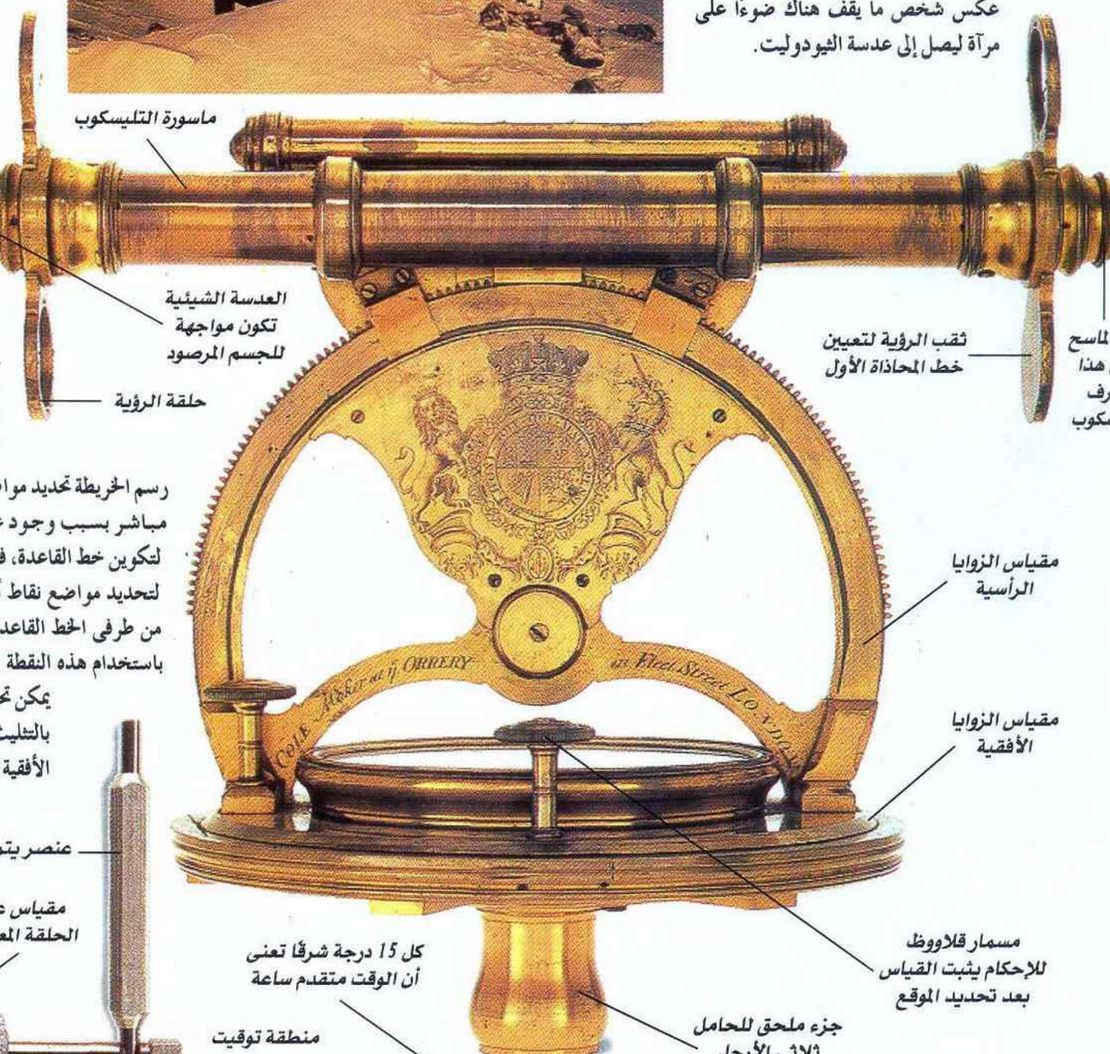
كانت إحدى مفاجآت عصر الفضاء هى تطابق الصور المأخوذة من الفضاء مع الخرائط التى رسمت باستخدام القياسات التى تمت على الأرض. وقد تخصص المساحون فى رسم الخرائط وكان الثيودوليت أهم آلة استخدموها. يضع هؤلاء المساحون قياسات بعيدة المدى على جزيرة فى القطب الشمالى لتحديد موقع حفر بئر بترول باستخدام طريقة عكس ضوء الشمس، وفيها يمكن تعيين موقع بوضوح على بعد عدة كيلومترات إذا عكس شخص ما يقف هناك ضوءًا على مرآة ليصل إلى عدسة الثيودوليت.





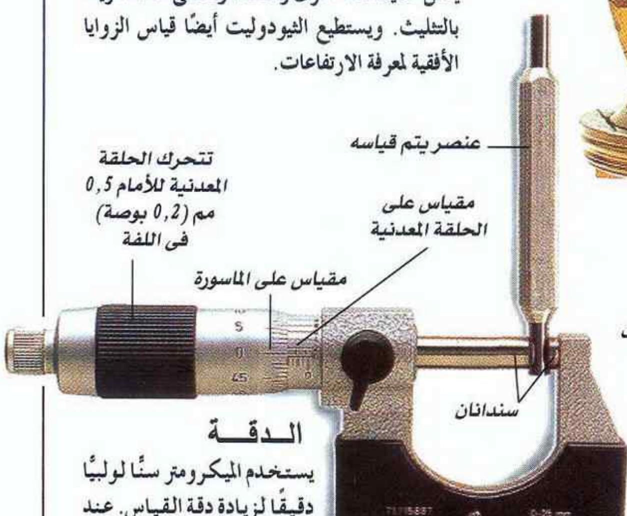
كيف يعمل الثيودوليت؟

الثيودوليت هو تليسكوب صغير مثبت إلى مقاييس دقيقة يبين زوايا ميل الثيودوليت أو استدارته. ويمكن تحديد موقع جسم ما عن طريق رصد هذا الجسم عبر الثيودوليت من موضعين مختلفين ومعروفين مسبقًا، مع ملاحظة تغيير الزاوية.



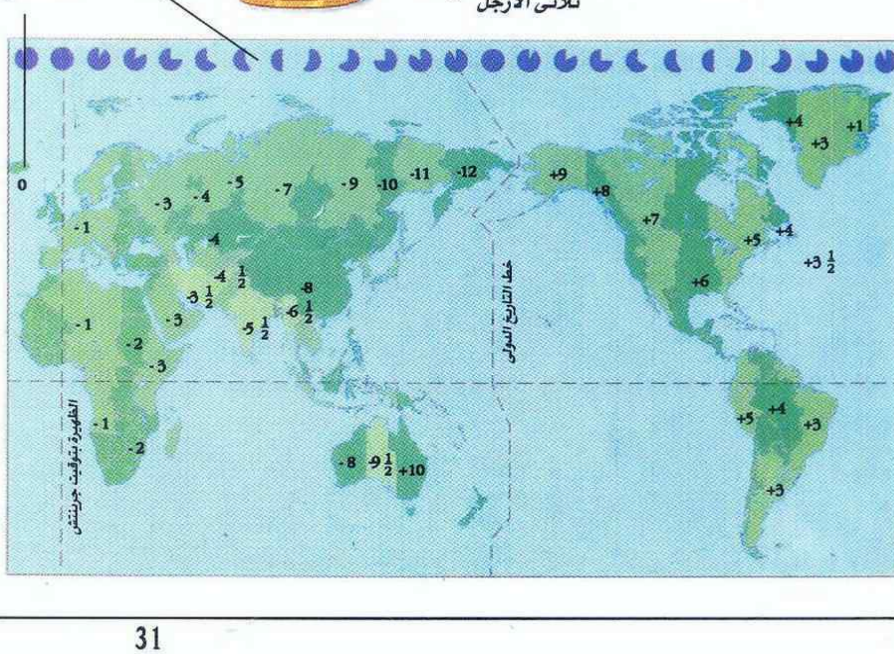
آلات المسح الأولى

استخدم هذا الثيودوليت الرائع لرسم الخرائط فى بريطانيا فى القرن الـ 18. ويتضمن رسم الخريطة تحديد مواضع عدة نقاط، وعادة لا يمكن إتمام هذا بشكل مباشر بسبب وجود عوائق. ولكن إذا أمكن تحديد نقطتين فقط لتكوين خط القاعدة، فيمكن باستخدام الثيودوليت إجراء الحسابات لتحديد مواضع نقاط أخرى عديدة. إن الزوايا المطلوبة لتعيين نقطة من طرفى الخط القاعدى تعطى موقع النقطة، وبتكرار نفس العملية باستخدام هذه النقطة الجديدة باعتبارها أحد أطراف الخط القاعدى يمكن تحديد نقطة أخرى وهكذا. وتسمى هذه الطريقة بالتثليث. ويستطيع الثيودوليت أيضًا قياس الزوايا الأفقية لمعرفة الارتفاعات.



الدقة

يستخدم الميكرومتر سنًا لولبيًا دقيقًا لزيادة دقة القياس. عند إدارة الحلقة المعدنية يتحرك سندان واحد حتى يتصل بالجسم المراد قياسه، ثم يقوم المقياس على الماسورة بإعطاء القياس إلى أقرب 0,5 م (0,2 بوصة) بينما يعطى المقياس على الحلقة المعدنية قياسًا دقيقًا داخل حدود القياس السابق.

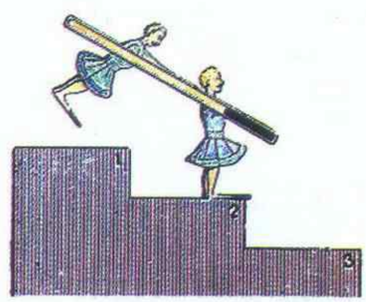


التوقيت حول العالم

يكون التوقيت المحلى حوالى 12 ظهرًا عندما تصل الشمس إلى أعلى نقطة لها. يتأخر حدوث هذا الشىء مدة ساعة كلما اتجهنا 15 درجة فى اتجاه الغرب. تستخدم السفن هذه الطريقة لقياس خط الطول الجغرافى (موقعها بين الشرق والغرب) عن طريق ملاحظة الفرق بين التوقيت المحلى والتوقيت الذى تبينه ساعة مأخوذة من الوطن. تحتاج هذه الطريقة ساعة لا تتوقف عن العمل بدقة حتى وهى على متن سفينة فى عرض البحر، ولم تحل هذه المشكلة حتى اختراع الكرونومتر للسفن عام 1735.

آليــة عبقريــة

فى عصر الإلكترونيات، مازالت تحتل الأجزاء المتحركة بعض الأهمية. فداخل الكمبيوتر الشخصى يوجد العديد من المحركات الكهربية (الموتور) تتحرك محدثة طنينًا. وتحتوى الطابعة على محركات أكثر بالإضافة إلى آليات بارعة للتعامل مع الورق وتشكيل الصورة عليه. ولا تزال الساعات الإلكترونية تستخدم عقارب تعمل بالسقاطة، وهى عجلات مسننة تلف سنًّا واحدًا كل مرة. إن الاعتقاد السائد بشدة هو أن العجلة هى أول آلية تم اختراعها، ولكن الروافع والأوتاد أقدم بكثير. كل الآليات مكونة من أنواع قليلة فقط من الأجزاء التى إما أن تنقل الطاقة والمعلومات وإما أن تخزنها، وإما أن تسمح بحركات انسيابية، وإما أن توجه الحركة. يمكن نقل الطاقة عن طريق الميزة الميكانيكية بواسطة الروافع والتروس والبكر حيث إن لديهم القدرة على تحويل القوة الصغيرة إلى قوة أكبر بتحويل حركة كبيرة إلى حركة أصغر.

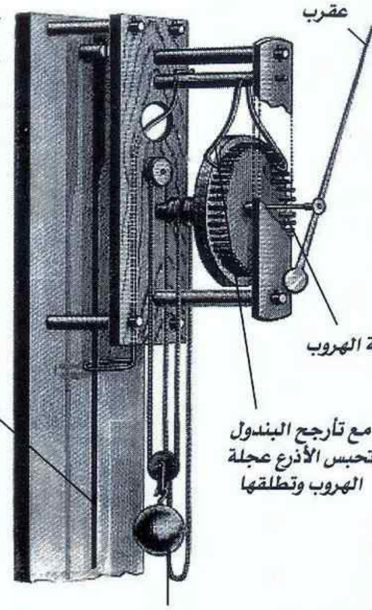


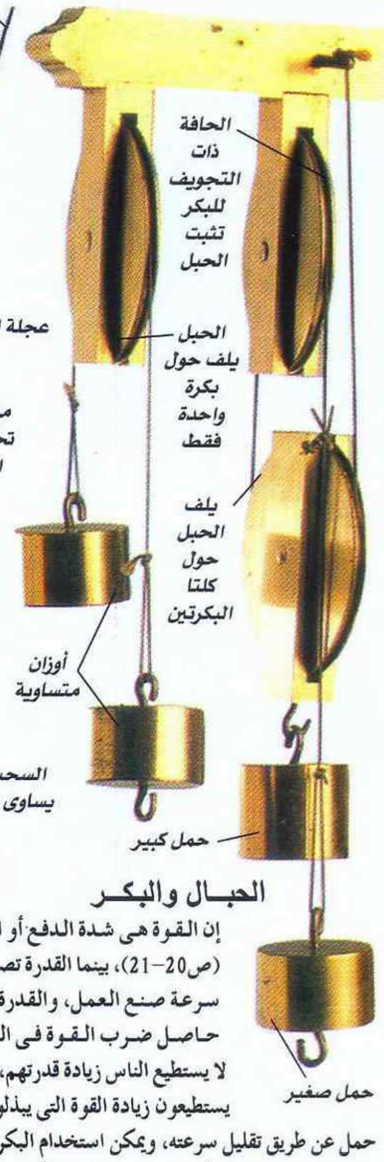
دميــة الســلالـم

الآليات هى طريقة لإجبار الطاقة على فعل ما نريد. تتيح لنا السلالم أن نتخلص من الطاقة فى مجموعات صغيرة نتحكم فيها عندما ننزل بدلا من أن نقع. تستفيد هذه اللعبة من السلالم حيث يتحول كل اندفاع للطاقة إلى حركة ممتعة. تتحرك هذه العرائس بطريقة شبة آدمية لأن الهيكل العظمى للإنسان مكون من أذرع مثبتة معا بمفاصل مثل العرائس.

آليــة الســاعــة

كان صناع الساعات هم أول المخترعين والعمال الحرفيين الذين يصنعون آلية معقدة. تعتمد الساعة ذات البندول على أفكار عالم الفلك الإيطالى جاليليو جاليلى (1564–1642) وهى تعمل عن طريق تحويل حركة البندول من جانب إلى جانب إلى حركة الدوران المنتظم للعقارب المثبتة فى واجهة الساعة.





الحبــال والبكــر

إن القوة هى شدة الدفع أو السحب (ص20–21)، بينما القدرة تصف مدى سرعة صنع العمل، والقدرة تساوى حاصل ضرب القوة فى السرعة. لا يستطيع الناس زيادة قدرتهم، ولكنهم يستطيعون زيادة القوة التى يبذلونها على حمل عن طريق تقليل سرعته، ويمكن استخدام البكر لتحقيق هذا. إن سحب الحبل لأسفل يسحب الحمل لأعلى، وسحب الحبل لأسفل حول بكرة واحدة يسحب الحمل لأعلى بقوة وسرعة ثابتتين. ولكن باستخدام بكرتين يمكن تقليل سرعة الحمل إلى النصف وهكذا تتضاعف القوة التى ترفعه.





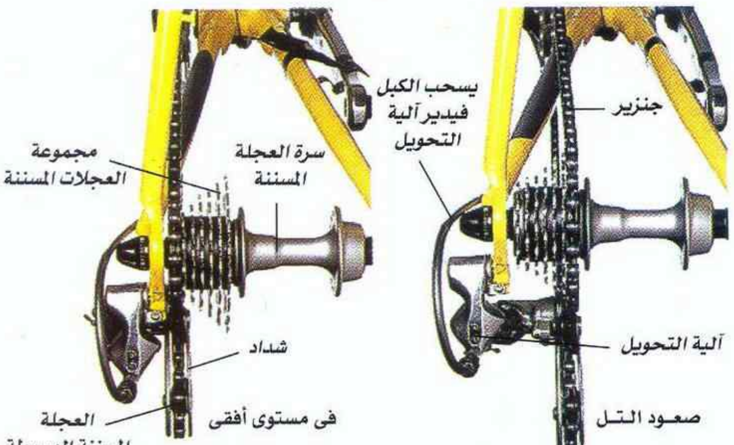
كيـف تعمـل البكـرات؟

عند استخدام بكرة واحدة يتحرك الحمل بنفس سرعة سحب الحبل. أما عند استخدام بكرتين فإن الحمل يتحرك بنصف سرعة الحبل الذى يتم سحبه. وبما أن القوة تساوى القدرة مقسومة على السرعة، إذن فإن القوة تتضاعف على الحمل.

جهاز الهبوط

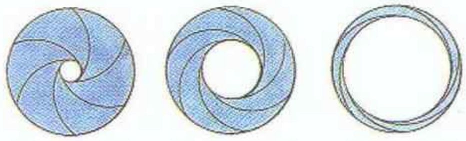
عندما تستعد الطائرة للهبوط فلابد أن تفقد الكثير من الطاقة فى وقت قصير جدًا. ويعالج جهاز الهبوط هذه المشكلة فيمنع حدوث كارثة. أولاً ينضغط النابض الميكانيكى أو الهيدروليكى فيمتص الطاقة بسرعة كبيرة، وعندما يسترخى تتحرر هذه الطاقة ثانية، ولكن ببطء وبصورة منظمة داخل المخمد، وهو الجهاز الثانى لامتصاص الطاقة. وأخيرًا تمتص الإطارات الطاقة المتبقية مما يرفع من درجة حرارتها أثناء الهبوط.





آلية التحويل

مثلما يحدث فى البكرات، فإن العجلات المسننة وجنزير الدراجة يحولان السرعة إلى قوة، مما لا يجهد الراكب بالتبديل الشاق ويحفظ ناتج عالى من القدرة. وتعمل آلية التحويل على انتقال الجنزير بين عدة عجلات مسننة مختلفة الحجم فى الدواسات وعلى العجلة الخلفية. وفى حالة صعود التل، يتم التحويل إلى عجلة مسننة أمامية صغيرة وأخرى خلفية كبيرة وذلك لتقليل الدفع المطلوب من الراكب. أما فى حالة سير الدراجة فى مستوى أفقى، فيتم التحويل إلى عجلة أمامية كبيرة وأخرى خلفية صغيرة، حتى لا يضطر الراكب للتبديل بسرعة شديدة.

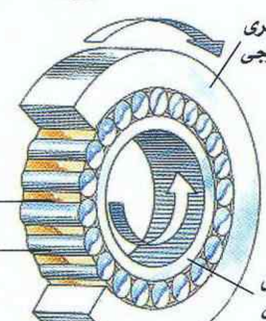




حاجب العدسة القزحى

تحتاج الكاميرا مثل العين إلى طريقة للتحكم فى الضوء. تقوم العين بهذه العملية باستخدام القزحية (الجزء الملون) لتغيير حجم بؤبؤ العين فى منتصفها. ويحاكى حاجب العدسة القزحى للكاميرا العين البشرية فيعمل بآلية تسمى الحدبة، وهى جزء دوار ذو سطح مشكَّل، يستخدم لإعطاء جزء آخر حركة لا يمكن للروافع أو التروس البسيطة أن تسببها. يتكون الحاجب القزحى من ست صفائح متطابقة هلالية الشكل، تتحرك كل واحدة منها بنفس الطريقة لتحجب بعض الضوء بينما تضيق فتحة العدسة. ولابد أن تتحرك الصفائح حتى إذا استدارت حلقة التثبيت من «وقفة» إلى التى تليها، تتضاعف فتحة العدسة أوتقل إلى النصف. وتعمل الشقوق المنحنية فى الحلقات الداخلية مثل الحدبات لإعطاء الحركة الدقيقة المطلوبة. وتعد الحركة الانسيابية والمتنوعة للفتحة هى نتيجة الترتيبات المتماثلة للصفائح.





محمل الأسطوانات

يستخدم مثل هذا المحمل فى العجلات لتقليل الاحتكاك، الجزء الخارجى من المحمل مثبت فى العجلة، والجزء الداخلى منه مثبت فى محور العجلة. بدون استخدام هذا المحمل فإن العجلة سوف تحتك بالمحور وتصبح ساخنة جدًا، ولكن عندما يكون المحمل فى مكانه فإن العجلة تدور على الأسطوانات بينما تدور الأسطوانات فى المحور، إلا أن احتكاك الأسطح لا يزال موجودًا، فلإبقاء الأسطوانات فى أماكنها، فإنها تنزلق داخل قفص يدور حولها، إلا أن هذا الاحتكاك يكون قليلاً لأن هذه السطوح المنزلقة لا تحمل وزن المركبة.



الزجاجة ذات الغطاء المنقلب

يحتاج تمدد النابض إلى طاقة ومن الممكن استغلال هذه الطاقة جيدًا. إذا رفع غطاء الزجاجة، يتمدد جزء من البلاستيك فيعمل كنابض يفتح الزجاجة أو يغلقها. تعتبر الآليات التى تعمل على وضعين فقط أساسًا لعدة أجهزة أخرى، منها على سبيل المثال مفتاح المصباح الكهربائى.

المصنع

كان الغرض من بناء المصانع هو تجميع مجموعات من العمال معًا حول آلات تعمل بالكهرباء وتستطيع إنتاج أشياء كانت تصنع يدويًا فيما مضى. وأتاح العمل فى المصنع أيضًا تنظيمًا أفضل للعمال كما قلل الوقت الضائع فى تنقلهم بين مهمات مختلفة. وقد أدى هذا إلى ابتكار هنرى فورد لنظام الإنتاج بالجملة (ص 42) والذى مازال مستخدمًا إلى اليوم. وبالرغم من أن أصحاب المصانع الأوائل لم يدفعوا بسخاء، إلا أن ما كان يحصل عليه العامل كان يفوق ما كان يكسبه فى البيت أو فى المزرعة، وفى النهاية أصبح العمل فى مصنع هو الوسيلة التى يكسب بها معظم الناس عيشهم.

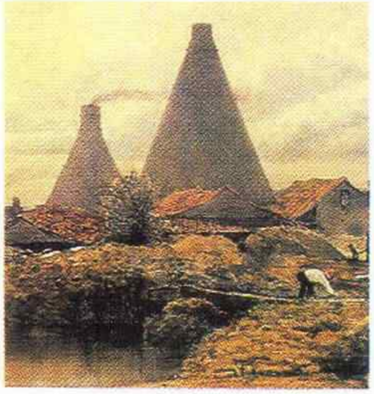


صانع الفخار الإنجليزى

كان جوسايه ودجوود (1730–1795) واحدًا من أوائل الذين نظموا مهام العمال من أجل الحصول على إنتاج فعال، حيث كان أول من قام بتركيب محرك بخارى فى مصنع. وقد أنتج ودجوود عدة أنواع عملية وذات أشكال جميلة من الفخار، مثل منتجاته من حجر اليشب الزرقاء الشهيرة.

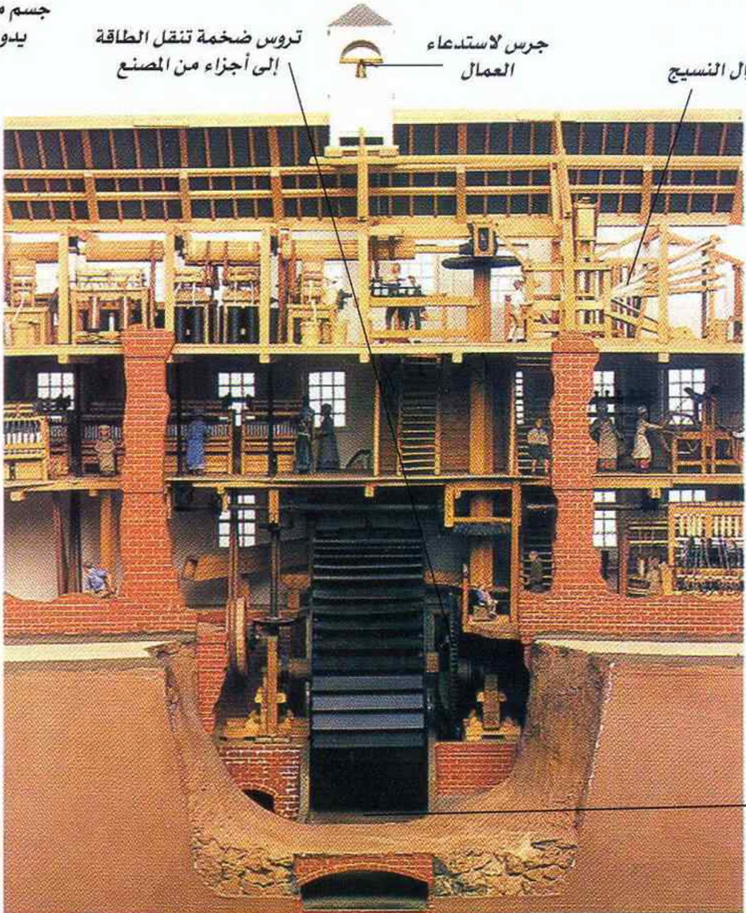


فنجان من أوانى اليشب (1994)



طاقة لمصانع الفخار

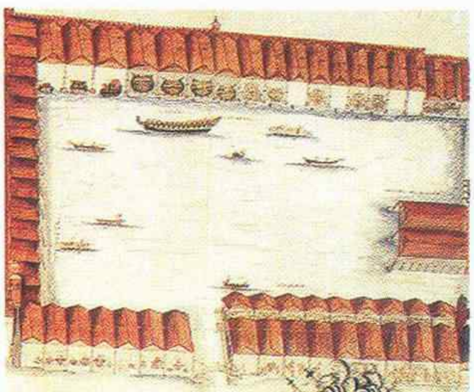
هذه التنانير الزجاجية (سميت هكذا لشكلها الذى يشبه الزجاجة) من القرن الـ 19، هى من النوع الذى ظل مستخدمًا حتى السنوات الأولى من القرن الـ 20. كان الفخار الخام يوضع فوق أرضية من الطوب تحتها وقود مشتعل، ومن خلال فتحات فى هذه الأرضية تخرج غازات ساخنة من النار لتسخين الآنية ثم تتسرب هذه الغازات من المدخنة فى أعلى الفرن. كانت عملية وضع الفخار ثم إشعال النار ثم رفع الفخار تستغرق أيامًا. وكانت هذه الطريقة تستهلك الكثير من الوقود، أما الآن فالأفران الحديثة تعمل بالغاز أو الكهرباء.



نموذج لساقية الماء فى مصنع غزل القطن من القرن الـ 18

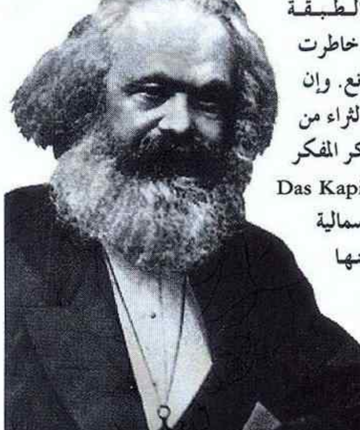
الطاقة المائية

كان الماء هو أساس استمرار الثورة الصناعية فى القرن الـ 18 وهو الذى ساعد على وجود المصانع التى قام عليها العالم الحديث. فقد وفر الماء الذى يجرى فى الأنهار والجداول وسيلة انتقال أفضل من الطرق البرية المليئة بالأخاديد. كما أن اندفاع الماء خلال (سواقى) كهذه التى فى الصورة قد أدى إلى توليد طاقة لتشغيل آلات الغزل والأنوال فى مصانع النسيج، وقد جعلت هذه التطورات بناء المصانع أمرًا حتميًا. وسرعان ما استطاع أصحاب الأعمال الذين جلبوا فرق العمال للاستفادة القصوى من الاختراعات الحديثة، استطاعوا تنحية منافسيهم الذين تنقصهم نفس روح المغامرة وإقصاءهم عن ساحة الصناعة. وسرعان ما أصبح الحصول على الطاقة ووسائل الاتصالات هما اللذان يحددان النجاح أو الفشل فى القرن الـ 18، كما هو الحال اليوم.



ترسانة أسلحة فينيسيا

عرف الإنسان مبادىء الإنتاج المنظم قبل تأسيس المصانع بوقت كبير. فى خط الإنتاج الحديث، يأتى العمل إلى العامل الذى يقف ويكرر نفس العملية باستمرار. كما يمكن أن ينعكس الحال، حيث كان العمل يبقى فى مكانه والعامل هو الذى يتحرك إليه. وتلك هى الطريقة التى استخدمتها ترسانة بناء السفن فى مدينة فينيسيا الإيطالية فى القرون الوسطى لإنتاج العدد الهائل من السفن التى احتاجتها البلاد فى الحروب لتسيطر بها على العديد من الدول الأخرى، وذلك قبل أن تصبح إيطاليا دولة واحدة. وعندما تخرج السفن أخيرًا إلى القناة، تحمل بالإمدادات من نوافذ الترسانة مما يجعل السفينة مستعدة للإبحار خلال 24 ساعة.



كارل ماركس (1818–1883)

أدى تطور المصانع إلى ظهور الطبقة الرأسمالية، وهى تلك الطبقة التى خاطرت بتلك المشروعات الجديدة فى المصانع. وإن كتب لهم النجاح، فسيتحقق لهم الثراء من كد العمال فى مصانعهم. وقد ذكر المفكر الألمانى كارل ماركس فى كتابه Das Kapital («رأس المال») عام 1867، أن الرأسمالية ستجعل الثروة المادية تزداد ولكنها ستولد الحقد فى النفوس ولهذا فإنها لن تستمر. كان كارل ماركس مصدر إلهام للثورات الشيوعية فى القرن الـ 20.

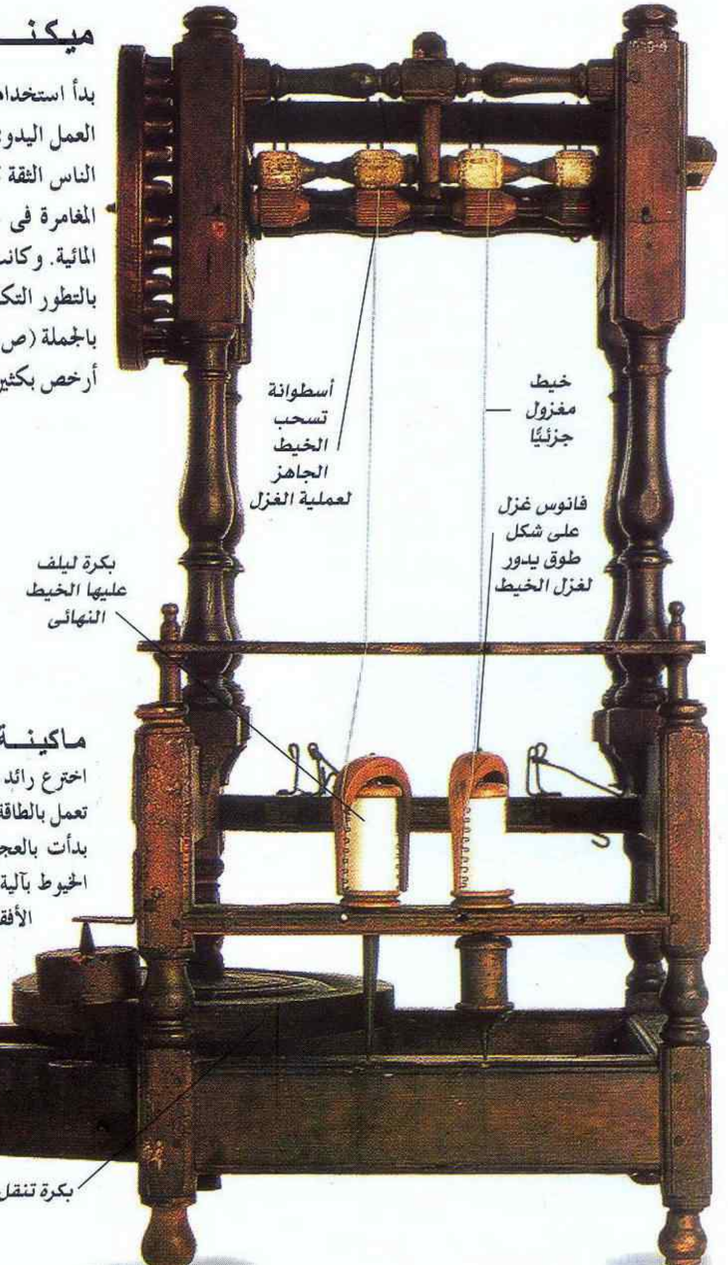
ميكنـــة العمــل

بدأ استخدام الآلات فى الصناعة فى منتصف القرن الـ 18 بعد آلاف السنين من العمل اليدوى. وربما حدث هذا لأن نجاح العلم والرياضيات فى فهم الطبيعة منح الناس الثقة لتجربة أفكار جديدة. فبدأ بعض أصحاب المصانع ممن يتمتعون بروح المغامرة فى استخدام طرق مطورة لصنع الأشياء باستخدام آلات تعمل بالطاقة المائية. وكانت حرفة الغزل والنسيج شديدة القدم، من بين أوائل الحرف التى تأثرت بالتطور التكنولوجى، وسرعان ما أدى استخدام الآلات الحديثة إلى إنتاج القماش بالجملة (ص38–39)، ونتيجة لهذا فقد أصبحت أسعار الملابس القطنية والصوفية أرخص بكثير من ذى قبل.



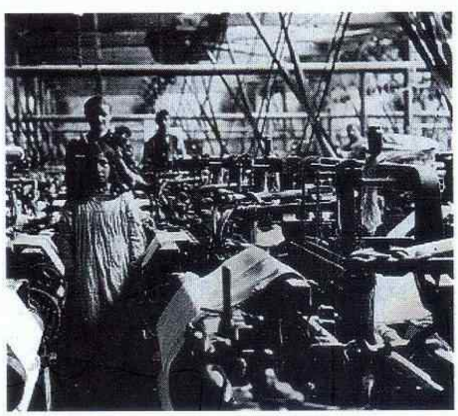
عمــل الخيــط

الغزل هو العملية التى يتم من خلالها لف (برم) ألياف الصوف أو القطن معًا لتكوين الخيط المستخدم لنسج الملابس. قبل ميكنة الآلات كان نسج الملابس يتم يدويًا باستخدام المغزل. يد تبرم بداية خيط الغزل من الناحية المعلق فيها المغزل ذو الثقل، مما يؤدى إلى سحب ألياف رزمة الغزل الموضوعة فى اليد الأخرى ويفتلها. أصبحت هذه العملية البطيئة وغير المنتظمة مهجورة بعد دخول عجلة المغزل من الهند فى القرن الـ 13 تقريبًا.



ماكينــة الغـزل

اخترع رائد صناعة النسيج البريطانى ريتشارد أركرايت (1732–1792) ماكينة غزل تعمل بالطاقة المائية عام 1769. وبذلك يكون ريتشارد أركرايت قد طور آلية الغزل التى بدأت بالعجلة التقليدية مضيفًا إليها مرحلتين فى وقت واحد، وتغزل الآلة الجديدة الخيوط بآلية تشبه تمامًا آلية عجلة الغزل (إلا أنها تعمل بطريقة رأسية بدلاً من الطريقة الأفقية). كما أن الألياف غير المغزولة تدخل إليها بطريقة آلية، وقد تم تصميمها لكى تدار بالطاقة المائية. وقد مكنت هاتان الماكينتان من القيام بعملية الغزل بشكل سريع ومن قبل شخص واحد، بل قد يكون غير مدرب جيدًا.



مصنــع يُدار بالسيــور (1900)

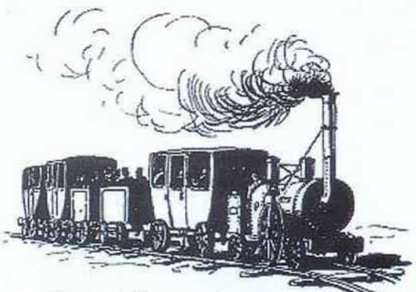
تصل الطاقة فى مصنع النسيج هذا إلى الأنوال بواسطة سيور جلدية مربوطة بأعمدة تمتد بطول البناية. كثيرا ما تنقطع السيور مما يبدد الطاقة ويسبب إصابات. بدأ فى أوائل القرن الـ 20 استخدام المولدات والمحركات الكهربائية فى بعض المصانع، فزاد من فاعلية تلك المصانع ومن نسبة الأمان بها.



الميكنــة للتوفيـر والسـرعــة

إن صنع العديد من القطع فى آن واحد يعد واحدًا من طرق الإسراع فى العمل، فالترزى الذى يصنع بدلة لفرد واحد يقص قطعًا فردية من القماش باستخدام المقص. أما فى هذا المصنع الذى يصنع الملابس بمقاسات محددة فيتم قص طبقات من القماش تصل للمئات باستخدام أشعة الليزر. يتم توجيه الليزر (ص58–59) بواسطة كمبيوتر يحمل وصفًا رقميًا دقيقًا للأشكال المطلوبة، ويستطيع الليزر اختراق وقطع عدة طبقات من النسيج دون الحاجة إلى فرد هذه الطبقات.

المحركات الحرارية



المحركات البخارية البدائية

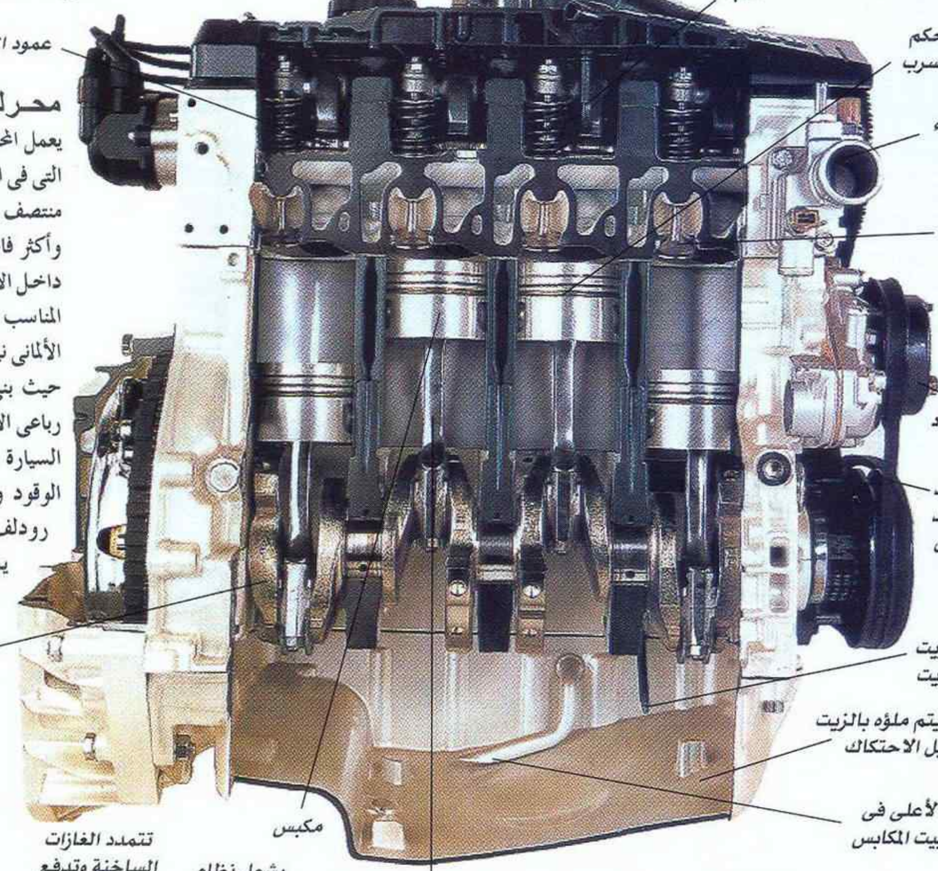
بعد تجارب عديدة أصبحت المحركات البخارية خفيفة وقوية مما يسمح لها بأن تجر نفسها على عجلاتها، ولكن هذه المحركات تسير فقط على أسطح مستوية وملساء صنعت خصيصا لأجلها تسمى السكك الحديدية. وقد انطلقت أول قاطرة سكك حديدية عام 1801، ولكن المحرك الصاروخى – الذى اخترعه عام 1829 المهندس البريطانى جورج ستيفنسون (1803–1859) – هو الذى أكد نجاح السكك الحديدية.

الحرارة والحركة شكلان من أشكال الطاقة، ويعمل المحرك الحرارى على تحويل كل منهما إلى الآخر. كان أول من قام بهذا العمل الباهر على نطاق واسع هو المهندس البريطانى توماس نيوكومن (1663–1729) عام 1712، حيث صنع محركا بخاريا لضخ الماء. واليوم تستخدم التوربينات البخارية لإدارة المولدات الكهربائية لتوفير معظم الطاقة التى يحتاجها العالم. والتوربينات البخارية هى آلات تدار بالبخار الذى يندفع بشدة عبر أنصال المروحه. ويتم تقييم المحرك الحرارى على أساس نسبة الحرارة التى يحولها إلى حركة، والقدرة التى ينتجها بالنسبة إلى وزنه. والطاقة الحرارية يمكن تحويلها إلى طاقة حركية بطريقة أكثر مباشرة عن طريق حرق الوقود الذى يدير أجزاء المحرك كما فى محرك الاحتراق الداخلى أو المحرك النفاث.



كيف يعمل الصاروخ؟

عندما ينفث الصاروخ وقود الاحتراق من الخلف، فإنه يندفع للأمام.



محرك الاحتراق الداخلى

يعمل المحرك البخارى على مرحلتين، حيث يخرج البخار من النار التى فى الغلاية، ثم يتمدد البخار فى الأسطوانة ليؤدى وظيفته. فى منتصف القرن الـ 19 كان الناس يقومون بتجربة محركات أصغر وأكثر فاعلية وقد استغنت هذه المحركات عن البخار بوضع النار داخل الأسطوانة نفسها. وهنا ظهرت مشكلات إيجاد الوقود المناسب ووضعه فى المحرك وإشعال النار فيه. وقد وجد المهندس الألمانى نيكولاس أوتو (1832–1891) حلا لكل هذه المشكلات، حيث بنى أول محرك يعمل بالبنزين عام 1861 وتبعه بمحرك «رباعى الأشواط» عام 1876 وهو المحرك الذى طور فيما بعد لمحرك السيارة الحديث. استخدم أوتو شرارة كهربائية لإشعال خليط الوقود والهواء. فى عام 1893 أنتج مهندس ألمانى آخر يُدعى رودلف ديزل (1858–1913) محركًا ينفجر فيه الخليط بمجرد أن يتعرض للضغط. وتعد محركات الديزل أثقل ولكنها اقتصادية ويعتمد عليها أكثر من محركات البنزين.

كيف يعمل محرك البنزين؟

تستخدم معظم المحركات الدورة «رباعية الأشواط» وتشتعل المحركات ذات الأربع أسطوانات مرتين فى الدورة. تعمل كل أسطوانة باختلاف عن الأسطوانات الأخرى من أجل تشغيل أكثر سلاسة.



1 دخول الهواء

يسحب عمود المرفق المكبس إلى الأسفل، فيُفتح صمام السحب بواسطة حدبة فى عمود الحدبات فيدخل الهواء من خلال فلتر الهواء. تحت التحكم الإلكترونى، تحقن كمية محسوبة بدقة من الوقود فى مجرى الهواء.



2 الضغط

يُغلَق كلا الصمامين فى نصف دورة عمود المرفق التالية. ويُدفع المكبس لأعلى ضاغطا خليط الوقود والهواء، وعندما يصل المكبس إلى القمة يضع نظام الاشتعال جهدًا كهربائيًا (فولتًا) عاليًا على شمعة الاحتراق مما يسبب الشرارة.



3 القدرة

تشعل الشرارة خليط الوقود والهواء الذى يحترق محدثًا انفجارًا فيسبب ارتفاعا سريعًا فى درجات الحرارة. وعند هذه النقطة تتحول الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية فيُدفع المكبس لأسفل مما يدير عمود المرفق.



4 العادم

ينفتح صمام العادم ويَدفع عمود المرفق المكبس لأعلى مرة ثانية، يُدار عمود المرفق هنا بالطاقة المخزونة فى دولاب تنظيم السرعة (الحدافة) وأيضًا بواسطة أسطوانة أخرى فى محرك متعدد الأسطوانات. تضخ هذه العملية الغازات المحترقة فى الخارج.

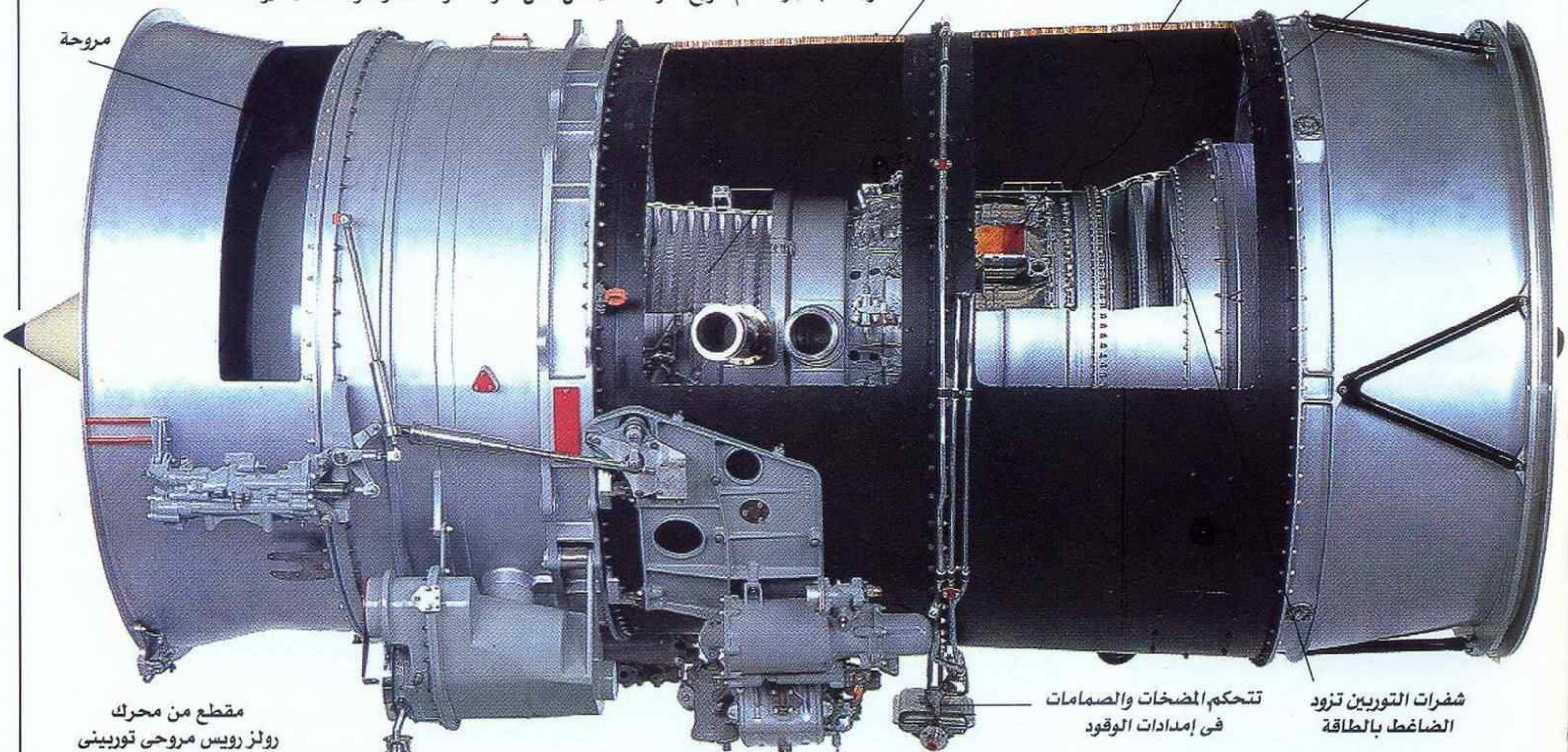
«الرصاصة» اليابانية

تستخدم القطارات طاقة أقل بكثير من التى تحتاجها السيارات لكى تنقل الناس. تعمل معظم القطارات الحديثة بالكهرباء ولكنها مازالت تستمد طاقتها من محرك حرارى مخبأ فى محطة توليد على بعد عدة كيلومترات. يسافر هذا القطار الكهربائى الذى يعرف بشكل عام باسم «الرصاصة» بين طوكيو وأواسكا على شبكة السكك الحديدية شنكانسين اليابانية عالية السرعة. وقد تم بناء هذه الشبكة فى أوائل الستينيات من القرن العشرين، وهى تقدم منذ ذلك الوقت خدمة السفر السريع للمسافرين. تصل أقصى سرعة لهذا القطار إلى 210 كم/س (130ميلاً/س) ويسير على خط سكة حديدية خاص. ويعد القطار الفرنسى السريع TGV أكثر سرعة ولكنه يحتاج إلى خط سكة حديدية شبه مستقيم. أما القطارات فى بريطانيا فتسير بسرعة أعلى من 200 كم/س (125 ميلاً/س) على خطوط سكك حديدية عادية.



المحـرك النفــاث (فى الأسفل)

فى المحرك النفاث يتم خلط الوقود والهواء، ضغطهما معًا، وحرقهما وإخراج العادم فى عملية واحدة متصلة وسلسة. لا توجد مكابس تتحرك للأمام والخلف لتبطئ من سرعة المحرك. فى أقل الأنواع تعقيدًا وهو المحرك التوربينى النفاث تقوم الغازات الساخنة مباشرة بكل العمل الميكانيكى حيث تتسارع إلى الخلف، وهكذا تدفع المحرك إلى الأمام كما فى الصاروخ. والمحرك المروحى التوربينى هو نوع المحركات الذى يستخدم الآن فى معظم طائرات الركاب، ويحتوى على مروحة كبيرة فى الأمام تنفث الهواء حول المحرك من الخارج. يساعد هذا الهواء على دفع الطائرة إلى الأمام ويحجب تيار العادم سريع الحركة، مما يجعل عمل المحرك أكثر كفاءة وصوته أهدأ بكثير.

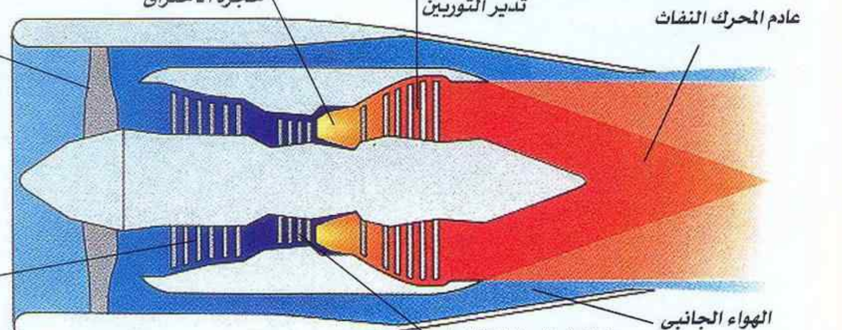


مقطع من محرك رولز رويس مروحى توربينى

فرانـك ويتـل (1907–)



كان عمر الملاح الجوى البريطانى فرانك ويتل 23 سنة فقط عندما سجل اختراع المحرك النفاث. كان طيارا شابا فى القوات الجوية الملكية، وكان من الصعب أن يقنع رؤساءه بأن أفكاره العجيبة من الممكن أن تنجح. لكنه كان يعلم أن الطائرات فى ذلك الوقت محدودة بمحركاتها التى تنفد طاقتها عندما تطير عاليا. أما المحرك النفاث الذى ابتكره ويتل فكان يضمن سرعة كبيرة فى الارتفاعات العالية. أسس ويتل شركة عام 1936 لتطوير المحرك النفاث، وبحلول عام 1944 اعتمدت الطائرات المقاتلة على المحرك النفاث ليمدها بالطاقة، إلا أن هذا الإنجاز التكنولوجى جاء متأخرًا ليلعب دورًا فى الحرب العالمية الثانية (1939–1945).



ضغــط عــالٍ

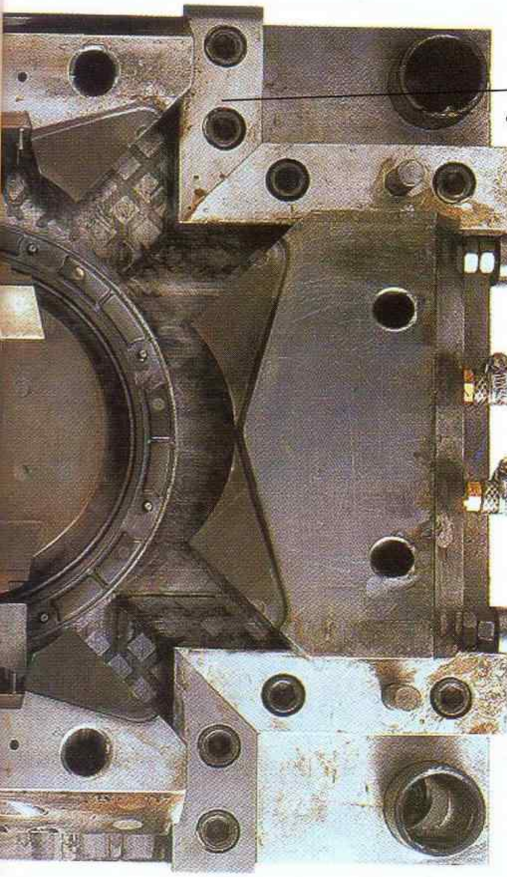
على عكس المحرك الصاروخى فإن المحرك النفاث ينفث الهواء؛ لذا فهو يحتاج إلى ضاغط، وهو مكون من شفرات مُقوسة مُركّبة فى عمود دوار يمتص الهواء ويضخه فى حجرة الاحتراق ليختلط بالوقود. وعلى نفس العمود يوجد توربين غازى تدفع فيه غازات من الوقود المحترق عبر شفرات أكثر، مما يسبب إدارة العمود وهكذا يظل الضاغط مستمرًا فى العمل.

إنتــاج الجملــة

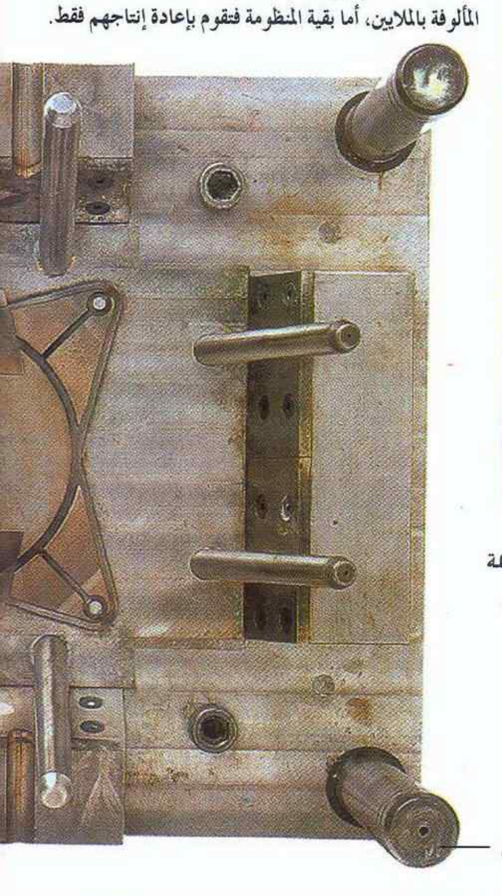


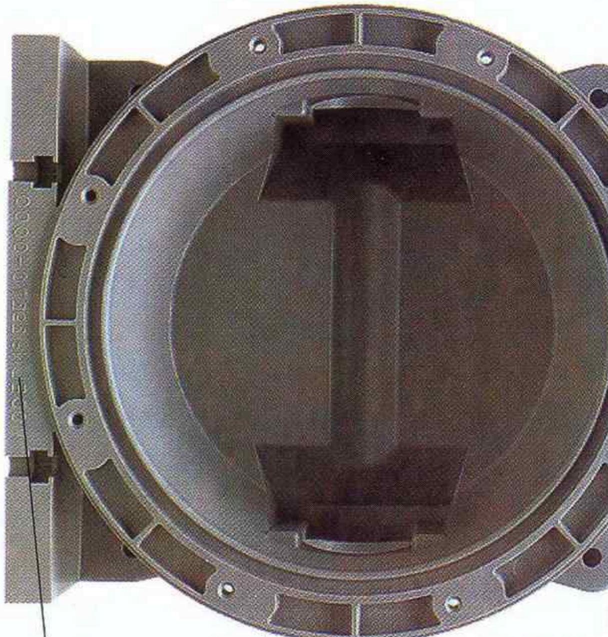
مهندس إنتاج بالجملة
كان المهندس الأمريكى إيلاى ويتنى (1765–1825) واحدًا من أوائل الذين صنعوا منتجات ذات أجزاء دقيقة جدًّا لدرجة أن جميع الأجزاء يمكن تبادلها بعضها مع البعض، مثل البنادق التى قام بتصنيعها بناء على طلب الحكومة الأمريكية.

هناك طريقتان لتصنيع أى شىء؛ الطريقة الأولى أن يقوم شخص واحد بالعمل كله، أو يقوم عدد من العمال بتنفيذ عملية واحدة. أما الطريقة الثانية فهى طريقة الإنتاج بالجملة. فتقسيم عملية الإنتاج إلى مراحل بسيطة يسمح للعمل أن يتم بواسطة الآلات أو بواسطة عمال قليلى المهارة. فالماكينات يمكن الاعتماد عليها لتكرار عملية بسيطة إلى ما لا نهاية دون أدنى اضطراب، كما أن تكرار العمال لعمل بسيط يزيد من سرعتهم. ولكن هذا النوع من التنظيم يعنى أن العامل لن يشعر أبدًا بالإنجاز والرضا لكونه قد أبدع منتجًا بأكمله، وكذلك يجب على المهندسين مراعاة الدقة المتناهية فى تصنيع الأجزاء إذا كانت هذه الأجزاء سيتم تركيبها معًا. وكما هو معتاد فى التكنولوجيا كانت متطلبات الجيش هى التى تخلق الحاجة الملحة إلى تطوير التقنيات، فعندما تعاقد الجيش الأمريكى مع إيلاى ويتنى لصناعة عشرة آلاف بندقية لاحتمال نشوب حرب مع فرنسا، كان من الضرورى أن تكون أجزاء البندقية دقيقة جدًّا بحيث يمكن تركيب أى جزء فيها أى بندقية أخرى.



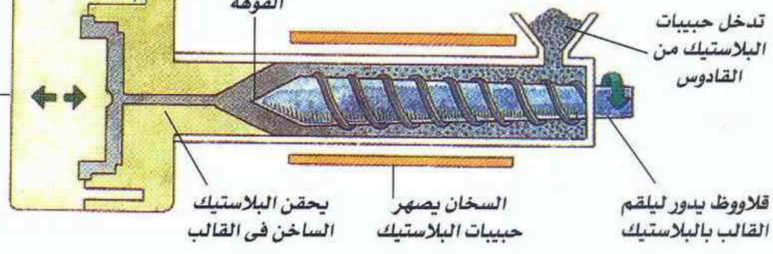
زوجًا من قوالب الصب
صممت هذه الآلة الدقيقة بمساعدة الكمبيوتر (ص 55) وصنعها يدويا صناع آلات مهرة. ويمكن لهذه الآلة صناعة 40 جزءًا من المضخة (يمينًا) فى الساعة. إن العمال الذين يصنعون هذه الآلات هم فى الحقيقة الذين يبدعون أشكال المنتجات المألوفة بالملايين، أما بقية المنظومة فتقوم بإعادة إنتاجهم فقط.





جزء المضخة المُشكّل
يعتبر البلاستيك المشكل بقوالب الحقن مثاليًا للإنتاج الإجمالى. فبمجرد صنع الأدوات التى تشكل البلاستيك يمكن إعادة إنتاج نفس الجزء آلاف المرات بدقة متناهية. يمكن تشكيل الأشكال المعقدة باستخدام آلات ذات أجزاء متحركة. والأشكال الصغيرة يمكن تشكيل العديد منها فى مرة واحدة. يمكن معرفة الأجزاء المشكلة بالحقن من وجود عيب فى المكان الذى حُقن منه البلاستيك (عادة ما يكون فى الأسفل أو مغطى ببطاقة بيان المحتوى)، وبواسطة «الخطوط الشاهدة» التى تبين الأماكن التى ركبت فيها أجزاء القالب.

كيف يعمل قوالب الحقن؟
تصهر حبيبات البلاستيك (ص 26) التى تدخل من القادوس (وعاء قمعى) فى الأسطوانة، وتدفع للأمام بواسطة قلاووظ دوّار. وعندما يزداد الضغط على الفوهة يُدفع القلاووظ الدوّار للخلف. وعند تجميع كمية كافية من البلاستيك يندفع القلاووظ للأمام بسرعة ليضخ البلاستيك الساخن فى القالب البارد حيث يتصلب البلاستيك.



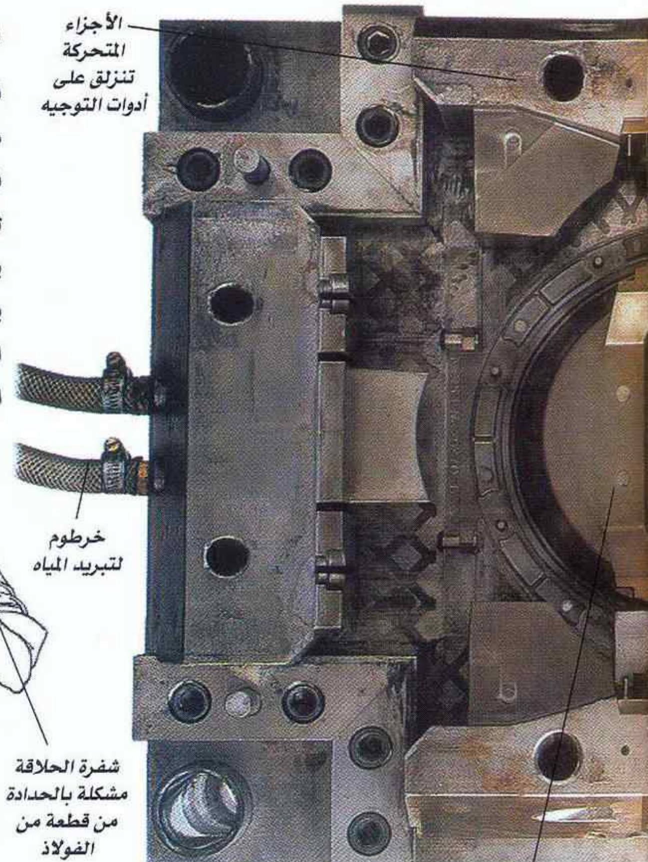
هندســة دقيقــة

فى عام 1903، كان التخلص من الأشياء المستعملة لايزال مفهومًا جديدًا عندما طرح كينج سى. جيليت (1855–1932) فى الأسواق أول موس حلاقة ذى شفرة يتم التخلص منها عندما تفقد حدتها. وانتشرت فكرة التخلص وشملت سلعًا كثيرة جدًّا بداية من الأقلام الجافة وحتى كاميرات «المرح». وقد سمحت بذلك الهندسة الدقيقة التى أمكن من خلالها تجميع الأجزاء المصنوعة بدقة بواسطة آلات أوتوماتيكية وبسعر منخفض. إلا أن التخلص من المواد القيمة قد لا يكون فكرة جيدة (ص 62–63).



موس من البرونز

صنع هذا الموس حوالى سنة 500 قبل الميلاد أى قبل ظهور الإنتاج بالجملة بوقت طويل. ويحتاج صنع هذا الموس كمية كبيرة من المعدن، ويستغرق الصانع الماهر دقائق كثيرة لصنعه. ولكن بمجرد صنعه فإنه يعيش طويلاً.



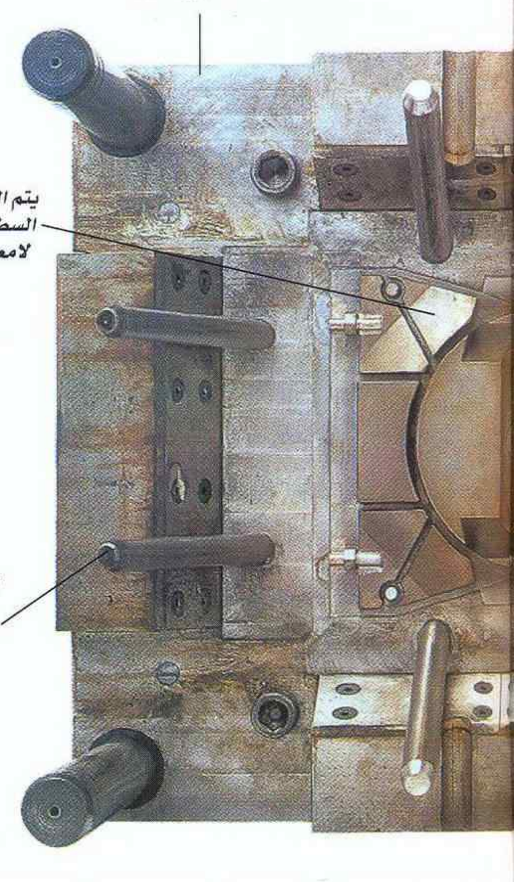






مـع الوقـت... حـلاقـة آمـنــة

أرغمت الأناقة والعرف المتبع معظم الرجال على الحلاقة يوميًّا. وقد كان ذلك يتم بواسطة ماكينة حلاقة خطرة ذات شفرة طويلة وحادة يرثها الابن عن والده، واستمر الحال كذلك حتى عام 1905. ففى عام 1895 حصل جيليت على براءة الاختراع لماكينة حلاقته الآمنة التى يمكن التخلص منها والتى أحدثت ثورة وأراحت الرجال من شحذ شفرة الموس. أما ماكينة حلاقة بيك Bic التى يمكن التخلص منها كلها فقد خرجت للنور عام 1975.





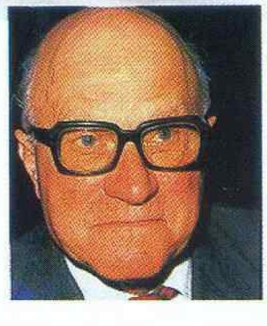
مسـدس كولـت

كان مسدس «كولت صانع السلام» الذى ابتكره الأمريكى صامويل كـولـت (1814–1862) وطُرح فى الأسواق سنة 1873 أول إنتاج بـالجملـة يشتريـه الجمهور. وقد حصـل كولت على مساعدة إيلاى ويتنى (ص 38) فى انشاء خط إنتاج يتم فيه تجميع الأجزاء القابلة للتبادل.

قلم بيك الجاف ذو السن الدوار



بـــارون بـيــش (1914–1994)



أسس رجل الأعمال الفرنسى بارون مارسيل بيش عام 1949 شركة صغيرة للأقلام وجعل علامتها التجارية مكونة من اسمه الأخير (Bich) بعد حذف حرف H فيكون (Bic) بيك. وبعد محادثات طويلة مع المخترع المجرى لاديسلاو بيرو (1899–1958) الذى اخترع الأقلام ذات السن الدوار، انطلق إنتاج هذه النوعية من الأقلام الشهيرة سنة 1953. وساعد تصميمها البسيط على إنتاج ما يزيد على 10000 قلم فى اليوم. وخلال ثلاث سنوات زاد هذا الرقم إلى ربع مليون. وفى الوقت الحاضر، ملايين من أقلام بيك يتم شراؤها، (كما يتم التخلص من عدد مماثل) كل يوم.

الحيـاة المنـزليـة



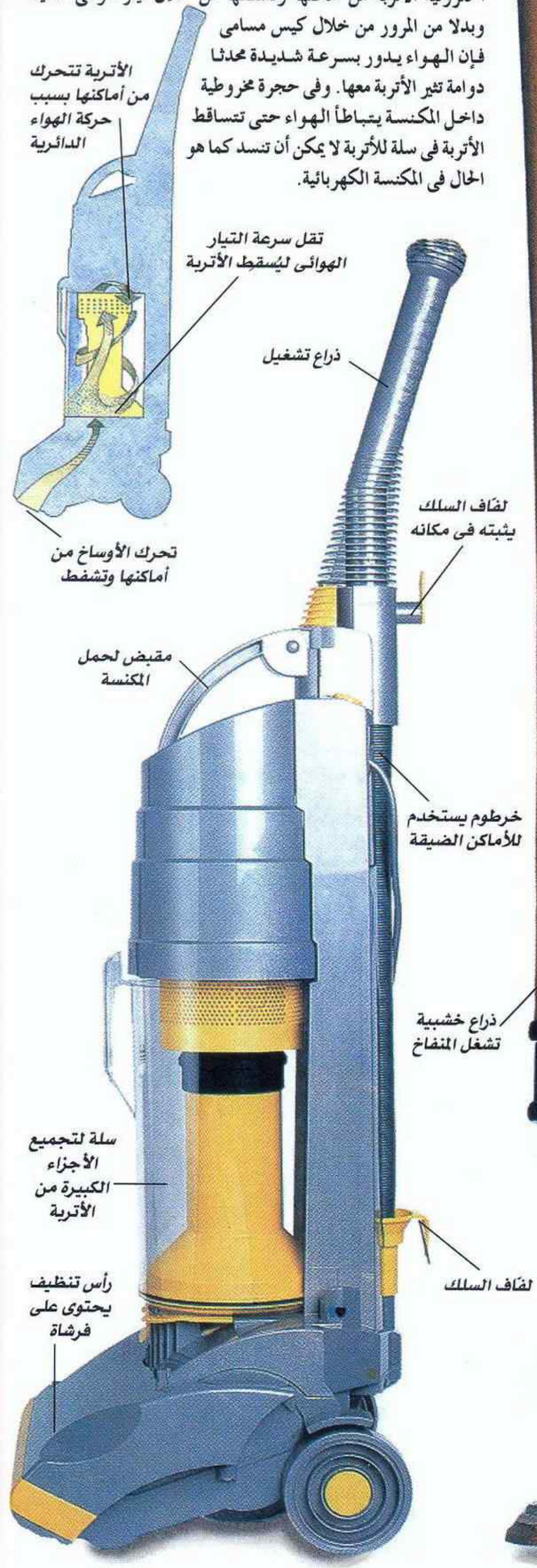
غسالة الأطباق الأولى

بعد أن قامت هذه الخادمة بتسخين الماء بنفسها، فإن عليها غسل الأطباق دون الاستفادة من المنظفات الحديثة التي لم تكن قد ظهرت بعد.

عندما وفرت التكنولوجيا ملابس للناس ليرتدوها ومأوى لمعيشتهم أوجدت أيضًا حاجة لا تنتهى للعناية بهذه الأشياء، فالتنظيف والطبخ ورفء الملابس وإشعال النيران وتلميع المصابيح كلها أعمال جديدة، وفى معظم المجتمعات كانت هذه المهام من نصيب المرأة. ورغم أن ذلك النمط يتغير ببطء فإنه مستمر حتى اليوم. إلا أن الآلات تقوم الآن بمعظم الأعمال التى تكسر الظهر كالكنس والغسيل وفى المقابل ارتفعت معايير النظافة الصحية مما تطلب من الأفراد نفس القدر من الأعباء المنزلية مثلما كان فى الماضى. ويرجع الفضل فى تحسين الحياة المنزلية فى الوقت الحديث إلى تطورين كبيرين فى مجال التكنولوجيا؛ الأول هو اختراع أنظمة الصرف الصحى فى القرن التاسع عشر مما سمح للمدن أن تتسع دون خطورة الإصابة بالأمراض، والثانى هو استغلال الطاقة الكهربائية فى بداية القرن العشرين مما أدى إلى توفر إضاءة جيدة وآلات منزلية عملية. بالإضافة إلى ذلك فإن الحياة المنزلية قد تحسنت أيضًا من خلال استخدام مواد جديدة مثل البلاستيك (ص26–27).

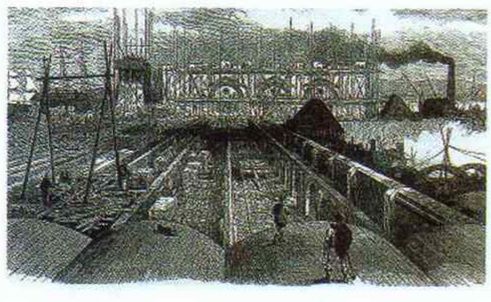
حركة إعصارية حلزونية

سمحت المواد الحديثة متعددة الاستخدامات بتوظيف الآلات الصناعية الثقيلة لاستخدامها داخل المنزل. فالمكنسة الإعصارية الحلزونية هى مكنسة كهربائية وهى فى الوقت نفسه إعصار حلزونى. تنزع المكنسة الحلزونية الأتربة من أماكنها وتشفطها من خلال تيار هوائى شديد وبدلا من المرور من خلال كيس مسامى فإن الهواء يدور بسرعة شديدة محدثا دوامة تثير الأتربة معها. وفى حجرة مخروطية داخل المكنسة يتباطأ الهواء حتى تتساقط الأتربة فى سلة للأتربة لا يمكن أن تنسد كما هو الحال فى المكنسة الكهربائية.



مكنسة كهربائية بالمنفاخ

كانت هذه المكنسة الكهربائية من أوائل القرن الـ 20 تحتاج إلى شخصين لتشغيلها يتولى أحدهما تشغيل المنفاخ ويقوم الآخر بتوجيه المكنسة. وفى الثلاثينيات من نفس القرن أدى بناء محطات الطاقة وشبكات الكابلات إلى دخول الكهرباء إلى العديد من المنازل. وأصبح بالإمكان استخدام المكنسة الكهربائية ولكن هذه المكانس ظلت ثقيلة الوزن وغالية الثمن وقبيحة الشكل حتى بدأ استخدام المواد الحديثة كالبلاستيك على نطاق واسع.



محطات الصرف الصحى

لا يستطيع الإنسان الحياة فى المدن بدون التكنولوجيا. وقد قضت ثلاثة أوبئة من الكوليرا على أكثر من 20,000 شخص فى لندن بين عامى 1832–1854، أصابهم المرض بعد أن شربوا مياهًا ملوثة بالصرف الصحى الذى كان الناس يلقون به فى نهر التايمز. وفى عام 1858 بدأ العمل فى المواسير العملاقة التى تأخذ الصرف المتدفق إلى مصب النهر حيث تعمل أمواج المد والجزر على دفعه فى مياه البحر. واكتمل المشروع عام 1875 وهو يشتمل على تصريف 60 كم2 (24 ميلاً مربعًا) من أرض المستنقعات وبناء محطتى ضخ ضخمتين، وتظهر فى الصورة واحدة منهما تحت الإنشاء.



الإضـاءة المنزليـة

كان الناس يستخدمون الغاز والزيت لإضاءة المنازل فى القرن التاسع عشر، ولكن الإضاءة فى الحالتين كانت خافتة وغير آمنة. وبمجرد أن قام المخترعون بحل مشكلة صنع فتيلة كهربائية تتوهج بالضوء الأبيض لا تحترق عند اشتعالها، أصبحت مصادر الضوء الأخرى فى طى النسيان. وقد كانت المصابيح الكهربائية الأولى ذات فتيل من الكربون داخل فراغ. ولكن بحلول عام 1913 أصبحت بصيلات المصابيح الكهربائية تحتوى على فتيلة معدنية تشع ضوءًا أكبر ومملوءة أيضًا بغاز خامل لمنع غليان الفتيل فينتشر على الزجاج.





اشتعال شمعة

لا يتحول من الطاقة المختزنة فى الشمعة إلا القليل ليظهر فى صورة الضوء. إلا أن الشمعة الحديثة تعتبر قطعة تكنولوجية متطورة جدا. فقد حرص صانعها على أن تتواءم الشمعة مع الفتيلة تمامًا لكى تحترق بأكملها دون أن تفقد أيًا من الشمع الذى يكونها.

مصباح إعصارى

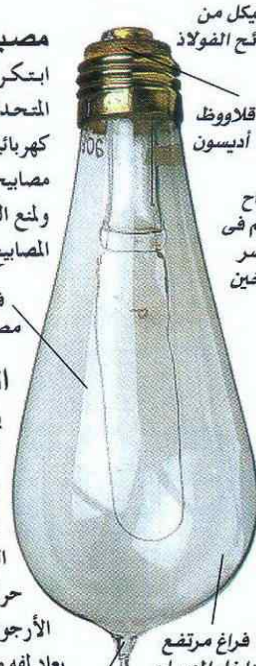
حلت المصابيح الزيتية محل الشموع بمجرد إيجاد الزيت المناسب لوضعه داخلها. يستخدم هذا المصباح الإعصارى زيت البرافين وهو زيت خفيف يتكون من تقطير البترول، تم اكتشافه فى الولايات المتحدة عام 1860 تقريبًا.



مصبـاح أديسـون الكهـربـائـى

ابتكر كل من توماس أديسون (1847–1931) فى الولايات المتحدة وجوزيف سوان (1828–1914) فى بريطانيا مصابيح كهربائية فى نفس العام وهو عام 1879. وفى عام 1881 كانت مصابيحهم متوفرة فى الأسواق. كان الفتيل مصنوعًا من الكربون، ولمنع الكربون من الاحتراق تم سحب الهواء من المصباح. لم تكن المصابيح ساطعة جدًا ولكنها كانت أهم اختراع فى ذلك الوقت.





المصبـاح الكهربائـى الحديـث

يعيش هذا المصباح المتوهج الحديث أكثر من ضعف المدة التى يعيشها المصباح الذى قدمه أديسون (يمينًا)، بل يعطى من الضوء أربعة أضعاف ما يعطيه مصباح أديسون. المعدن المستخدم فى صنع الفتيلة هو التنجستين الذى ينصهر فى درجات حرارة أعلى من أى معدن آخر. يتم ملء المصباح بغاز الأرجون الخامل المصنوع بتقطير الهواء المسال. يلف الفتيل ثم يعاد لفه مرة ثانية لتركيز حرارته وزيادة فاعليته.

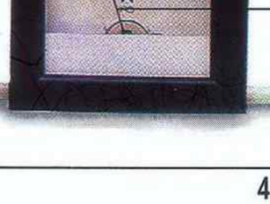
محاكـاة كهـربائـيـة

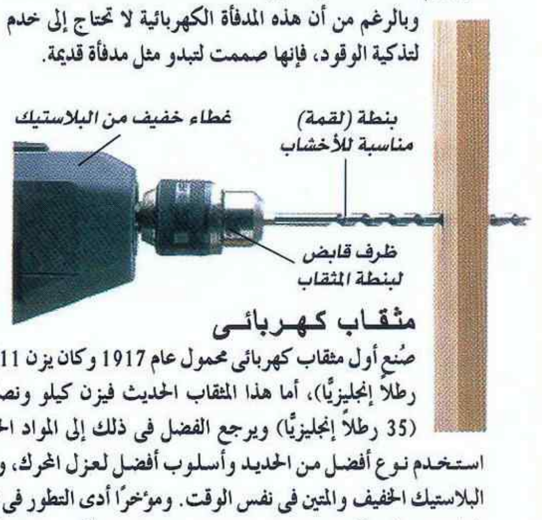
انقلبت الحياة المنزلية رأسًا على عقب فيما بين عامى 1900 و1930، حيث اختفى الخدم تقريبًا وحلت محلهم الأجهزة الكهربائية من كل نوع. لم يتقبل الكثيرون هذا التطور فحاولوا قدر الإمكان أن تبدو أجهزتهم الحديثة بنفس المظهر الذى كانت عليه المعدات القديمة. وبالرغم من أن هذه المدفأة الكهربائية لا تحتاج إلى خدم لتذكية الوقود، فإنها صممت لتبدو مثل مدفأة قديمة.

مصبـاح فلـورسنـت مدمـج

يعمل مصباح الفلورسنت بطريقة مختلفة عن المصباح العادى. حيث تنبعث أشعة فوق بنفسجية عن التفريغ الكهربائى من خلال بخار الزئبق، وتؤدى هذه الأشعة إلى توهج الطبقة الرقيقة المبطنة للأنبوب من الداخل. ويعطى هذا المصباح إضاءة أقوى أربع مرات تقريبًا من مصباح عادى له نفس القوة الواطّية. والمصباح فى شكله المبدئى المعتاد يحتاج إلى آلية للتشغيل ثقيلة، كما أنها طويلة وقبيحة الشكل، ولكن باستخدام علم الإلكترونيات لرفع معدل التردد الكهربائى من 50 إلى حوالى 50,000 أصبح كل شىء أصغر بكثير. ويمكن الآن إضاءة المنازل بواسطة أنبوب قابل للطى والتركيب داخل قطع ثابتة بتكلفة لا تزيد على كسر زهيد من التكلفة الطبيعية.





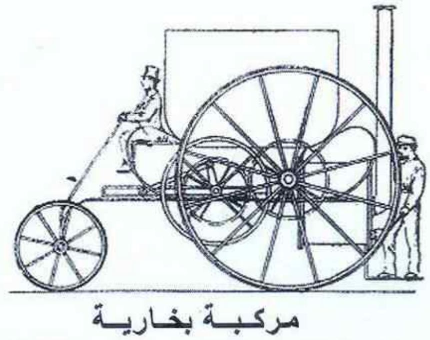


مثقـاب كهـربائـى

صُنع أول مثقاب كهربائى محمول عام 1917 وكان يزن 11 كجم (24 رطلاً إنجليزيًا)، أما هذا المثقاب الحديث فيزن كيلو ونصف الكيلو (35 رطلاً إنجليزيًا) ويرجع الفضل فى ذلك إلى المواد الحديثة، فقد استخدم نوع أفضل من الحديد وأسلوب أفضل لعزل المحرك، وغطاء من البلاستيك الخفيف والمتين فى نفس الوقت. ومؤخرًا أدى التطور فى تكنولوجيا البطاريات إلى إمكانية تصنيع واستخدام مثقاب لاسلكى. ورغم أن المثقاب الكهربائى يحرق وقودا ثمينا مع كل ثقب يصنعه فإن كثيرًا من الناس يعتبرونه جزءًا لا يمكن الاستغناء عنه من منظومة «اصنعها– بنفسك». ويمكن لمستخدمى هذه الآلة ومثيلاتها العمل أسرع بكثير لإتمام المهام الإنشائية فى أوقات فراغهم بدلاً من أن يستأجروا من يقوم بإنجازها مقابل أجر.

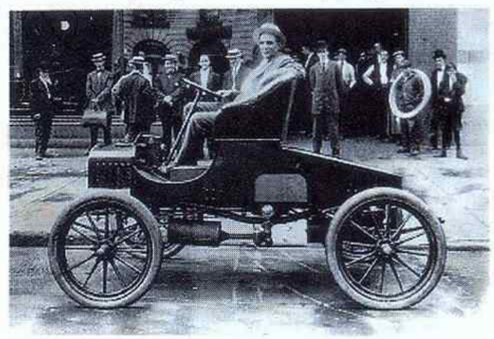
تكنـولـوجيـا السـيـارات

تغيرت السيارة قليلاً من ناحية الشكل فى المائة عام التالية لليوم الذى تحركت فيه أول «مركبة بلا خيول». كانت هذه المركبة تسير بالبنزين إلا أنها كانت تتعثر بشدة على تلك الطرق المجهزة فى الأساس للمركبات التى تجرها الخيول. أما من الناحية الميكانيكية فإن السيارة ظلت تتطور طوال الوقت. ولكى تؤدى السيارة وظيفتها كان لابد من إيجاد مصدر طاقة خفيف ومحمول داخل السيارة. فى البداية كان الحل يكمن فى المحركات البخارية والموتورات الكهربائية إلا أن كليهما لم يكن مناسبًا بالدرجة الكافية، فالمحرك البخارى كان ثقيلاً جدا وبطيئًا عند بدء التشغيل أما الموتور الكهربائى فكان مثقلاً بالبطاريات الضخمة. وأخيرًا حدثت الثورة الحقيقية فى صناعة السيارات مع ابتكار محرك الاحتراق الداخلى (ص36)، وقد سمى بهذا الاسم لأن الوقود يحترق داخله، وليس خارجه كما فى المحركات البخارية. ومنذ ذلك الحين والمركبات تتطور بالتدريج وباستمرار، ففى كل عام تظهر موديلات جديدة ومتطورة ويزداد عدد المركبات فى الطرق ويتم إنشاء طرق أكثر لتستوعب هذه المركبات. وقد أدى هذا التطور فى الدول ذات الكثافة السكانية العالية إلى الازدحام الشديد وتقلص المساحات المتاحة للبشر، وقريبا سوف تنفد مصادر الوقود. كما أن هناك أيضًا مشكلة الأمان، فالسيارات تقتل كل عام عشرات الآلاف من البشر.



مركـبـة بخـاريـة

كانت المحركات البخارية التى تسير على خطوط السكك الحديدية تنقل الناس والبضائع قبل 50 سنة من ظهور السيارة. وبحلول خمسينيات القرن التاسع عشر ومع التطورات التى حدثت للمواد والفهم الأفضل للقوانين العلمية، أصبح من الممكن صنع مركبات بخارية تسير على الطرق العادية.

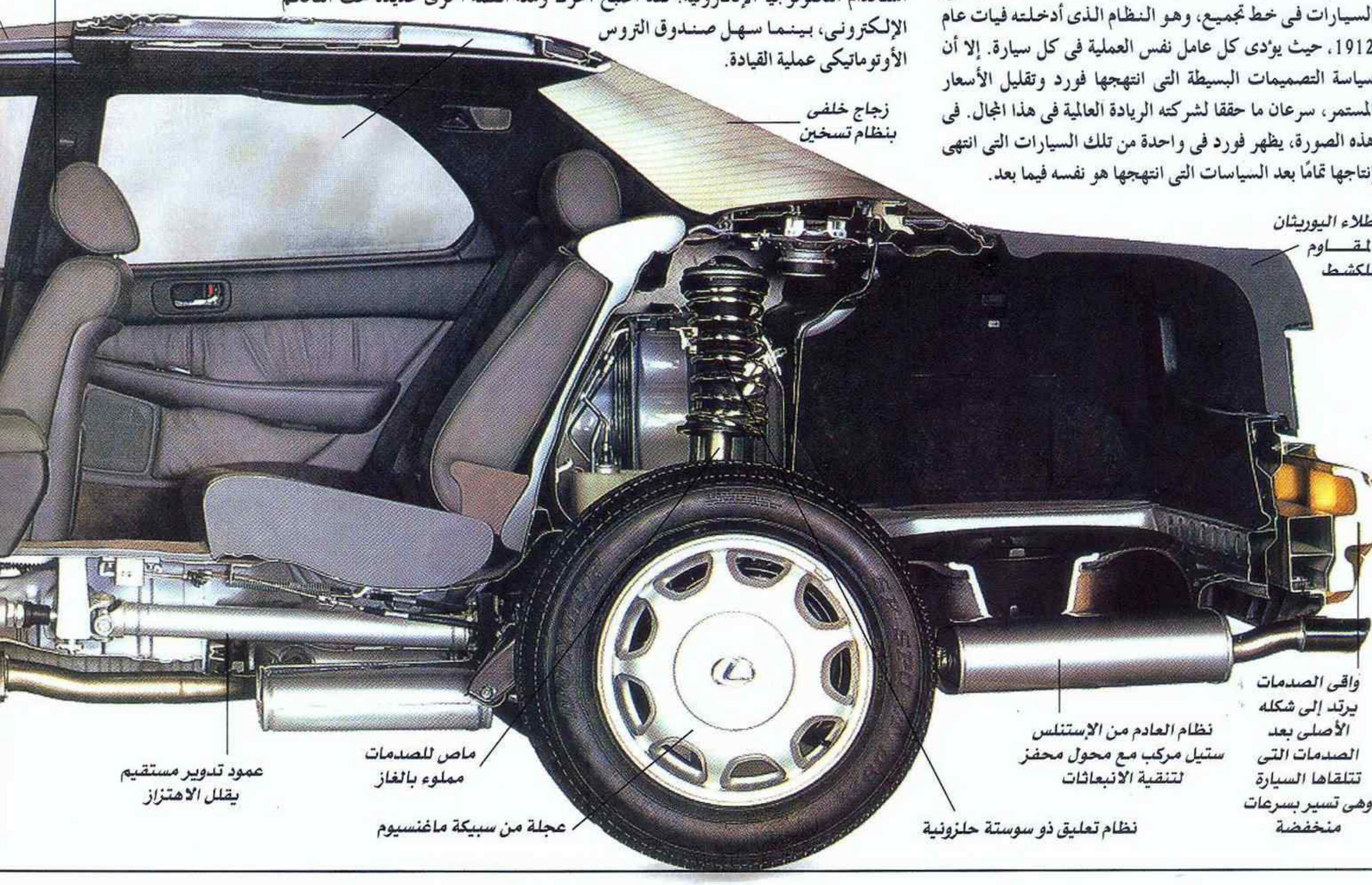


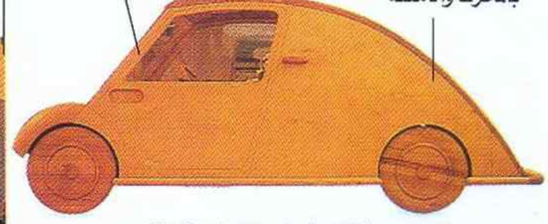
هـنـرى فـورد (1863–1947)

هنرى فورد هو المهندس الأمريكى الذى أحدث ثورة عام 1908 فى النقل الفردى باستخدام تصميم «تى» T وهو أول موديل لسيارة يستطيع الشخص العادى تدبر ثمنها. لم يكن فورد أول من أنتج السيارات فى خط تجميع، وهو النظام الذى أدخلته فيات عام 1912، حيث يؤدى كل عامل نفس العملية فى كل سيارة. إلا أن سياسة التصميمات البسيطة التى انتهجها فورد وتقليل الأسعار المستمر، سرعان ما حققا لشركته الريادة العالمية فى هذا المجال. فى هذه الصورة، يظهر فورد فى واحدة من تلك السيارات التى انتهى إنتاجها تمامًا بعد السياسات التى انتهجها هو نفسه فيما بعد.

السيارة الحديثة ذات الصالون

دخل تويوتا صاحب مصنع السيارات اليابانى سوق السيارات الفخمة بالسيارة لكساس عام 1992. كان التصميم الأساسى للمحرك وصندوق التروس، وكذلك مكان كل من الركاب والأمتعة، قد تم وضعه قبل ذلك بسبعين عاما. ولكن الاختلاف كان يكمن فى التفاصيل وزيادة استخدام التكنولوجيا الإلكترونية. فقد أصبح المحرك ومعه أنظمة أخرى عديدة تحت التحكم الإلكترونى، بينما سهل صندوق التروس الأوتوماتيكى عملية القيادة.





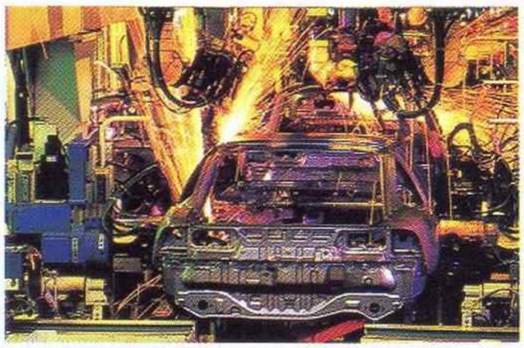
تصميم الفكرة باستخدام الخشب

منذ ظهور السيارات الأولى وحتى اليوم يختبر المصممون البدائل الممكنة للصورة النهائية للمحرك والعجلات والمقاعد. ولهذا فإنهم دائمًا ما يقومون ببناء العديد من النماذج بالحجم الطبيعى خلال مرحلة تصميم أى سيارة جديدة. وعادة ما يكون هذا النموذج عبارة عن هيكل خشبى مُغطى بالصلصال، حتى يمكن تقييم التصميم، تحسينه. ابتكر المهندس المعمارى الفرنسى لو كوربوزيه (1887–1965) هذا التصميم ذا الهيئة الغريبة فى عشرينيات القرن الـ 20. لم تتعد سيارة لو كوربوزيه مرحلة النموذج الخشبى على الرغم من أنه كان يشبه السيارة ستروين 2CV، وهى سيارة حظيت بشعبية كبيرة فى فرنسا إلى أن توقف إنتاجها فى الثمانينيات من القرن العشرين.



التأكد من معايير الأمان

للأسف الشديد فإن السيارات تتعرض لحوادث الطريق، ولكن المهندسين يحاولون تخفيف الآثار الناجمة عن تلك الحوادث. وبعد تثبيت أحزمة الأمان فى كل السيارات فإن الخطوة التالية هى التأكد من أن السيارة التى تتعرض لحادث تصادم تبطئ من سرعتها بصورة متدرجة تدرجًا طفيفًا قدر الإمكان. كما صممت «مناطق الاصطدام» الأمامية والخلفية بحيث تمتص الطاقة القاتلة بأن تنبعج فورًا عند الاصطدام، وتستخدم أجهزة الاختبار للتأكد من أن هذا التصميم الوقائى يعمل كما هو مخطط له.



الإنسان الآلى يصنع السيارة

كانت السيارات الأولى قائمة على هيكل معدنى ثقيل. وفى أواخر العشرينيات من القرن العشرين تطور الهيكل الفولاذى أحادى القشرة المدعم ذاتيًا. فقد ضغطت ألواح من الفولاذ وشكلت بالشكل المطلوب (ص11) ثم وصلت معا لتكوين هيكل خفيف وقوى يدعم المحرك والعجلات والمقاعد. يؤدى الإنسان الآلى عملية اللحام المتكررة الساخنة لتوصيل أجزاء جسم السيارة بعضها ببعض. يتم تثبيت اللوحين المراد وصلهما معا ثم يمر بينهما تيار كهربائى شديد فينصهر اللوحان ليصبحا لوحًا واحدًا.



متطلبات المرور

تنقلنا السيارات نحن وأمتعتنا بسرعة ومرونة تفوق كل أنواع المواصلات الأخرى وذلك لأنها عملية ومريحة. إلا أن تفوقها من الممكن أن يكون هو نفسه سبب انهيارها، فالتلوث والحوادث يحصدان الأرواح، والحاجة المتزايدة لمساحات الطرق تجبر المسئولين عن التخطيط على تدمير المجتمعات من أجل مد طرق سريعة متعددة الحارات فى وسطها.



الـزراعـــة



الزراعـة فـى القرن الثالث عشـر

تبين هذه الصورة التوضيحية شكل الزراعة فى القرن الـ 13. بعد الحرث يتم نشر البذور، إذ كان يتم نثرها ببساطة على الأرض. ثم يتم حصاد ما ينمو منها فيما بعد باستخدام أدوات يدوية بسيطة مثل المنجل. لم تكن المخصبات قد عرفت بعد ولكن المزارع كان يترك كل قطعة أرض لتستريح لمدة سنة واحدة كل ثلاث سنوات لتستعيد خصوبتها.

عندما بدأ الإنسان الزراعة منذ ما يقرب من عشرة آلاف سنة كانت تلك هى أول محاولة ذات قيمة استطاع بها التحكم فى البيئة من حوله، فقبل ذلك كان الإنسان يأكل أى طعام يستطيع الوصول إليه. وتستغرق الزراعة وقتا أقل من الوقت الذى يستغرقه جمع النباتات أو الصيد، مما أتاح للإنسان القيام بأعمال أخرى نافعة مثل تطوير الآلات والوسائل لتحسين الزراعة نفسها. لقد تطورت تكنولوجيا الزراعة جنبا إلى جنب مع تطور الصناعة. إلا أنها لم تتطور كثيرًا أبعد من المحراث حتى القرن الثامن عشر عندما بدأ العمال يهجرون الأرض إلى المصانع الجديدة حيث الأجور الأفضل (ص34–35). وقد أدت التطورات مثل آلة تسطير البذور والمخصّبات إلى الاكتفاء بعدد قليل من المزارعين والحصول على غلة أكثر، وقد نتج عن ذلك زيادة كبيرة فى الإنتاج فى بعض الأماكن، إلا أنه فى أماكن أخرى، لابد أن المزارعين لم يلتفتوا إلى تلك التطورات، مما اضطر سكان تلك المناطق فى الأغلب إلى الاعتماد على المحاصيل الفائضة من الدول الأكثر ثراء.





ثلاثـة فـى واحـد

تطوّر المحراث منـذ حوالى 4000 سنة وأصبح منذ ذلك الحين أداة هامة تستخدم فى الزراعة. تتمثل مهمته فى تقليب الطبقة السطحية من التربة، ويعود هذا على التربة بثلاث فوائد حيث يطهر الجذامة الباقية من المحصول السابق، ويُعرض التربة للجو لتحسين خصائصها، ويؤدى إلى دفن الأعشاب الضارة لكى تموت. يمكن للمحاريث الجديدة التى تقودها الجرارات أن تحفر عدة أخاديد مرة واحدة.



المِحَش اليـدوى

لم تختف الآلات اليدوية من الزراعة تمامًا، فهذا المِحَش اليدوى الحديث منحدر من أدوات أقدم مثل المنجل الذى كان الحداد يشكله قطعة واحدة. والمِحَش يصنع فى مصنع من لوح فولاذى مقوى، يبرشم فى قضيب فولاذى عادى. وتجعله شفرته المقوسة مثاليًا فى ترتيب الأسيجة وأعمال القطع الصغيرة الأخرى.



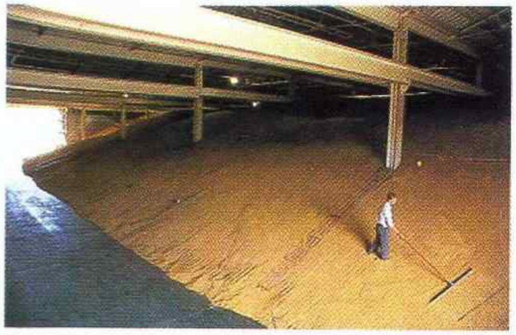
تـربيـة الخـراف بفـاعليـة

دخلت الخراف إلى أستراليا لأصوافها، وكان الصوف يُصَدّر لكل أنحاء العالم، لكن اللحم كان سريع التلف وكان يجب أن يؤكل محليا. ولذلك فإن لحوم الحيوانات هناك كانت تفيض عن الحاجة، فقاموا بالتخلص منها بحرقها أو بغليها لصنع الصابون فى مصانع مثل هذا المصنع المصور عام 1868. وقد أتاحت تكنولوجيا التبريد التى تطورت فى أواخر القرن الـ 19 أن ينتقل اللحم لمسافات طويلة إلى حيث توجد حاجة إليه.



التخمـر والتربيـة

إن التكنولوجيا الحيوية الحديثة (ص60–61) هى نتاج لبعض أساليب الزراعة. فالتخمير باستخدام كائنات مجهرية لتحويل الحبوب إلى بيرة باستغلال تربية الحيوانات، من الممكن اعتباره النواة الأولى لعلم الهندسة الوراثية.



جبـل مـن الحبـوب

تقدم الشمس والمطر والهواء كل ما يحتاجه النبات تقريبًا لكي ينمو، إلا أن النيتروجين وهو من المواد المهمة لنمو النبات لا يأتى إلا من التربة بالرغم من توافره فى الهواء. ويؤدى نقص النيتروجين فى التربة إلى الحد من نمو معظم المحاصيل الزراعية، وقد بدأت إضافة بعض المواد الكيميائية التى تحتوى على النيتروجين إلى الأرض فى أواخر القرن الـ 19، وقد سببت هذه المواد زيادة ملحوظة فى الغلة. وفى حالة استخدام المخصبات مع رش المحاصيل لقتل الأعشاب الضارة، يمكن أن يؤدى هذا إلى زيادة الإنتاج عن الاستهلاك. ويمكن الاحتفاظ بالفائض من المحصول، كما فى هذه الصورة التى توضح تخزين الحبوب، إلا أن هذا التخزين مرتفع التكلفة.



نموذج لآلة تسطير البذور (1828)

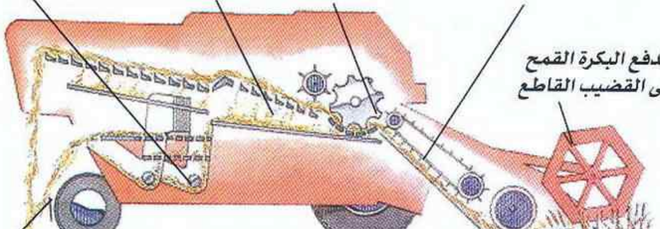
آلـة تسـطـير البـذور

كانت أغلب البذور الغالية تضيع أو تأكلها الطيور عندما تبذر باليد. وفى عام 1701، أدخل المزارع الإنجليزى جيثرو تل (1674–1741) آلة تسطير البذور التى أحدثت تطورًا عظيمًا فى تكنولوجيا الزراعة، حيث يمكن بواسطتها توزيع البذور بالتساوى. لذا كان نمو النباتات أفضل ومقاومة الحشائش الضارة أسهل. كانت الآلة تدفن البذور فى التربة فتحرم الطيور من هذه الوجبة، كما أنه كان أسرع بكثير من الطريقة التقليدية. كانت البذور فى تلك الآلة من عام 1828 تخرج من القادوس الخشبى بواسطة أسطوانات تديرها عجلة كبيرة فتضمن توزيعا عادلا على كل السرعات.



مصنـع الحصـاد

تطورت آلة الحصاد المجمعة (الحصادة الدَّرَّاسة) فى الولايات المتحدة حيث تحتاج أراضى الغرب الأوسط الهائلة إلى معدات آلية متطورة لجمع الحبوب. وتعد هذه الآلة مصنعًا متحركًا يتيح لعاملين اثنين حصاد وتجهيز المحصول فى نفس الوقت، حيث يقطع النبات ويفصل الجزء الذى يحتوى على الحب عن الساق ثم يدرس الحب أو يدق لفصله عن المادة غير المرغوب فيها أو العصافة. ويضخ الحب النظيف فى الشاحنة الملحقة بذلك المصنع المتحرك بينما يتم تجميع السيقان فى هيئة حزم مفيدة من القش، توضع جانبًا لحين جمعها واستخدامها.

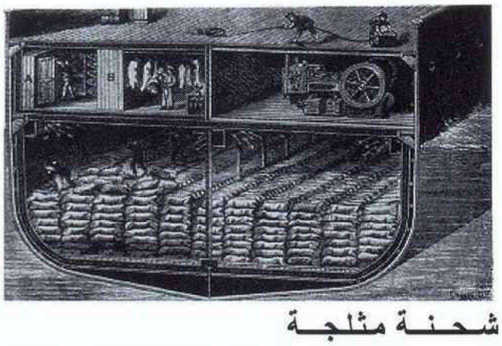


كيف تعمل الحصادة المجمعة؟

تدفع البكرة الدوارة النبات إلى القضيب القاطع. ثم تستخدم رافعة لرفعها إلى داخل الآلة. تفصل هذه السيقان وتحزم على هيئة كومات من القش، بينما تعبر سنابل القمح إلى ماكينة الدَّرْس. هذه العملية تستخرج الحبوب وتطير العصافة بعيدا. تدفع الحبوب النهائية إلى الأمام خلال أنبوب لتوصيلها بالشاحنة. وقد تم تزويد الطرز الحديثة من هذه الآلات بتكنولوجيا الحاسب الآلى والأقمار الصناعية المتطورة التى يمكن بواسطتها تحليل غلة كل حقل.

التــذوق والشــم

التذوق والشم هما خط دفاعنا الأول ضد الأمراض والتسمم. وحاسة الشم تجعلنا ندرك البيئة المحيطة كما يمكنها أن تثير مشاعرنا بشدة إما بالانجذاب أو النفور ولذلك تعتبر النكهات والروائح الزكية عملاً تجاريًا ضخمًا حيث يستطيع الكيميائيون تقليد العديد من هذه النكهات والروائح. ومن المسببات الرئيسية للروائح الكريهة فساد الطعام بسبب البكتيريا وهى عبارة عن كائنات مجهرية تعيش وتنمو فى كل مكان تقريبا. ولذلك يستخدم التمليح والتخليل منذ قرون لمنع نمو البكتيريا إلا أن هذه العمليات تجعل مذاق الطعام مختلفًا. أما الطرق الحديثة كالتعليب والتبريد فتعمل على إطالة مدة صلاحية الأغذية مع الحفاظ على نكهتها الأصلية.



شحـنــة مثلجــة

فى عام 1881 سافرت شحنة من لحوم الخراف المجمدة من نيوزيلندا إلى إنجلترا. ووصلت اللحوم فى حالة ممتازة حيث ظلت مجمدة بطريقة سليمة فى إحدى أولى محطات التبريد التى تم بناؤها على سفينة.



هنـرى بيـركـى (1843–1906)

كان المحامى الأمريكى بيركى يعانى من عسر هضم مزمن. وفى 1892 اخترع عملية لتسهيل هضم القمح. فكانت حبوب القمح تغلى ثم تبشر إلى قطع طولية وتشكل على شكل بسكويت ثم تحمص ليكون الناتج هو «القمح المبشور» الذى أصبح معروفًا بهذا الاسم كماركة مسجلة Shredded Wheat(TM) .



أول حبوب للإفطار طرحت فى الأسواق



يتم صب الخثارة على قطعة الموصلين (نسيج قطنى رقيق)

الموصلين له نسيج ضيق وهو مثالى إذا استخدم كمنخل

صنـاعـة جبـن طــازج

يتكون اللبن من كريات دهنية وبروتينية تسبح فى الماء. ويمكن أن تتماسك معًا لتكوين خثارة صلبة حتى يمكن إزالة الجزء المائى أو شرش اللبن. فيكون الناتج هو الجبن. وتتكون الخثارة عندما تعمل البكتيريا على حموضة اللبن أو عندما يعالج اللبن بالمنفحة وهى مادة تستخلص من معدة العجول. والجبن الطازج يحتوى على قدر كبير من الماء لذلك لا يمكن تخزينه لفترة طويلة.

1 تكويـن الخثـارة

يدفأ اللبن إلى درجة حرارة 30م (86 فهرنهيت) وتضاف كمية قليلة من «خميرة البدء»، وهى عبارة عن لبن يحتوى على بكتيريا مناسبة، التى تتغذى على السكر الطبيعى الموجود فى اللبن وتحوله إلى حمض. وتضاف المنفحة لتسريع عملية تكوين الخثارة. تصب الخثارة وشرش اللبن على الموصلين (نسيج قطنى رقيق) فى مصفاة.

2 فصـل شـرش اللبـن

تحتوى الخثارة على كمية كبيرة من الشرش الحبيس، ولابد من خروجه عن طريق الموصلين حتى يتماسك الجبن أكثر. ويعتمد مذاق وتركيب المنتج النهائى على استخدام جبن عالى الدسم أو منخفض الدسم، وكذلك أى تغير ولو طفيف فى درجة حرارة اللبن، واستخدام منافح حيوانية أو نباتية. يمكن وضع الأجبان الطرية غير الناضجة فى قوالب لصنع قالب من الجبن أو استخدامها فى الطهى.



يعلَّق الجبن فى مكان بارد

يبدأ شرش اللبن فى التساقط



الخثارة تغطى بالموصلين



عندما يصرف شرش اللبن تتصلب الخثارة وتتحول إلى جبن

مصفاة

4 المرحلـة الأخيـرة

يتم تعليق الخثارة الموضوعة فى الموصلين وتركها ليقطر منها الشرش لعدة ساعات لتكوين المنتج النهائى الأكثر جفافًا. ويكون جاهزًا للنقل فى العبوات الصغيرة للبيع على هيئة fromage frais أو framage blance (جبن أبيض أو طازج).

3 اللـف فـى الموصليـن

يتم لف الموصلين على شكل حقيبة. يعتبر شرش اللبن المتساقط من قطعة النسيج مكملاً غذائيًا مفيدًا يستخدمه بعض مصنعى الجبن فى تغذية أبقارهم. يكون الماء أكثر من 80 ٪ من اللبن. ولزيادة نضج الجبن، تزيد كمية المياه التى تزال منه عن طريق الضغط ويترك لعدة أسابيع ليكتسب مذاقًا خاصًا. الأجبان الطرية كهذه ليست مخصصة للإنضاج الكامل.



حساء طماطم



مكعبات الخبز



بودينج الشيكولاتة



طبق الجبن والمكرونة



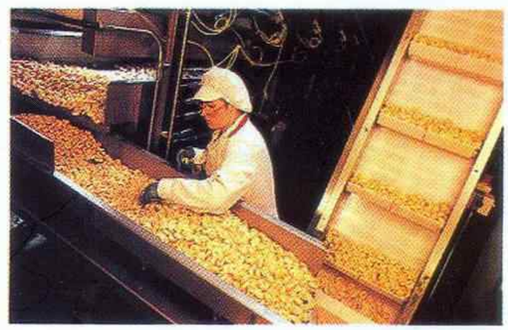
نيكولا أبير (1749–1841)
أبير هو طاهٍ فرنسي طور شكلاً من أشكال التعليب عام 1824، وكانت أول عملية لحفظ الأغذية بدون تجفيفها أو إفساد مذاقها بالمواد الكيميائية.

الطعام فى الفضاء

إن تناول الطعام فى الفضاء يشكل مشكلة عسيرة، فنظرًا لانعدام الجاذبية فالطعام لا يثبت فى الصحن إنما تأخذ الفتات والقطرات تسبح فى الفضاء للأبد، لذا كان لا بد من ابتكار وسيلة لتعليب الطعام بحيث ينتقل مباشرة إلى الفم. ولتخفيف وزن الأطعمة قدر المستطاع، تجفف وينتزع منها الماء، وعادة ما تتم عملية التجفيف هذه بالتجميد. وبعد ذلك يتم إضافة الماء من المولدات الكهربائية المحمولة على متن سفن الفضاء حتى يصبح الطعام قابلا للأكل. وتعمد عملية التجفيف بالتجميد إلى خفض وزن الأطعمة بنحو ثلاثة أرباع وزنها الأصلى. وفيها يجمد الطعام أولا، ثم يشفط الهواء لتكوين الفراغ، وفى ظل تلك الظروف يتبخر الماء مباشرة دون المرور بمرحلة السيولة. ومع انخفاض درجة الحرارة وفقدان المياه السائلة خلال عملية التجفيف، يمكن للطعام أن يحتفظ بعناصره الغذائية ونكهته وكذلك خصائصه.



بن مجفف بالتجميد
تصنع القهوة الحبيبية سريعة التحضير بواسطة التجفيف بالتبريد للسائل المركز من شراب البن السادة المتخمر.



ماكينة عجينة المكرونة

يعتبر التجفيف طريقة فعالة لحفظ الأطعمة، فلا يمكن للبكتيريا أن تتكاثر بدون ماء. وقد اخترعت الباستا، وهى عجينة دقيق القمح القاسى عالى البروتين، فى إيطاليا فى العصور الوسطى تقريبًا. يطحن القمح إلى دقيق خشن يعرف باسم السيمولينا (لباب الدقيق) ويخلط بالماء ثم تجفف العجينة، وبهذا الشكل يمكن تخزينها لسنوات حيث تكون جاهزة لإحيائها عند الحاجة فى ماء مغلى. كما يمكن أيضًا تشكيل العجينة إلى أشكال يتم حشوها بالجبن أو اللحم أو الخضراوات ثم تؤكل طازجة.

حاسة الشم

يمكن لحاسة الشم تحديد ما يحبه المرء وما يكرهه، كما أنه قد يحيى الذكريات ويثير المشاعر بطريقة لا يستطيعها أى شيء آخر. الآن تستطيع التكنولوجيا أن تؤثر فى هذه الحاسة القوية. يستطيع الكيميائيون إنتاج روائح صناعية تماثل الروائح الطبيعية وتستطيع الأجهزة تحليل وقياس الروائح حتى يمكن تقليد الروائح الممتعة والتخلص من الروائح الكريهة.



بخور — ياسمين — ورد — أعشاب الليمون — بابونج

العلاج بالزيوت العطرية

بعض الروائح تشعرنا بالراحة بينما تُحدث روائح أخرى تأثيرًا عكسيًا. وقد قام الأطباء المتخصصون فى العلاج بالزيوت العطرية بدراسة تأثير الروائح المختلفة، وطوروا نظامًا يضاهى التأثيرات القوية للروائح الطبيعية فى علاج حالات معينة. وغالبًا ما تستخرج الزيوت المستخدمة فى هذا النوع من العلاج من الأعشاب والزهور.

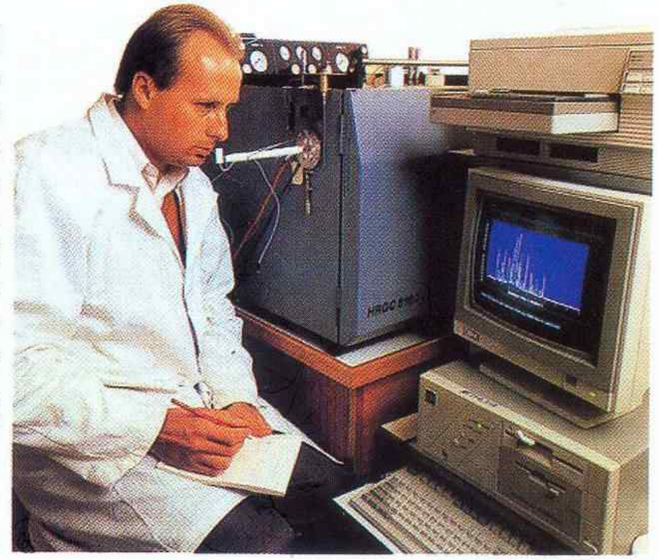


مينثا بيبيريتا (نعناع)

روائح نظيفة
معظم المواد العطرية القوية زيوت. فالروائح المألوفة كالنعناع الفلفلى والنعناع السنبلى يتم استخراجها من الزيوت التى تنتجها فصيلة نباتية تسمى مينثا. وترتبط روائح ومذاقات النعناع بالنظافة وهذا هو سبب دخول عطور النعناع الصناعى فى كل شيء من معجون الأسنان حتى أنظمة أجهزة التكييف المستخدمة فى محلات السوبر ماركت.

الاستشراب الغازى

مازالت الشركات المنتجة للأغذية والمشروبات تعتمد على موظفين يعرفون «بالأنوف» وهم أشخاص مدربون على فحص الروائح. ولكن لتحديد مشكلة ما أو محاولة تقليد عطر طبيعى ربما تتطلب اللجوء إلى عملية الاستشراب الغازى، وهو بمثابة أنف علمى. وفى هذه العملية يتم حقن قطرة صغيرة جدًا من المادة المطلوب اختبارها فى تيار من الغاز المتدفق خلال أنبوب طويل، هذا الأنبوب إما أن يكون مملوءًا بمسحوق أو مغلف من الداخل بسائل. بعض أجزاء من الرائحة تتخلل المسحوق أو السائل أسرع من الأخرى، ولذلك يقوم جهاز الكشف الموجود فى نهاية الماكينة برسم شكل خاص، يمكن طباعته بعد ذلك بالكمبيوتر لتحليله.



الاتصــالات بــين البشـــر

تعتبر الاتصالات واحدة من أعظم المهارات البشرية ولكنها مع ذلك تظل محدودة بدون التكنولوجيا. فالكلام لن يصل إلا لمسافات قصيرة فقط، والذاكرة لا يُمكن الاعتماد عليها. وبفضل اختراع الكتابة منذ ستة آلاف عام أمكن للرسائل أن تنتقل عبر مسافات طويلة، وأن يتم الاحتفاظ بها إلى الأبد. وفى القرن الخامس عشر أتاحت الطباعة هذه المميزات إلى جماهير أعرض. إلا أن دخول الكهرباء فى الاتصال فى القرن الـ 19 أدى إلى هذا التغير الجذرى فى إيقاع حياتنا وحجم تعاملاتنا مختصرًا الزمن المطلوب لإرسال الرسائل من أسابيع إلى ثوانٍ وأخيرًا يستطيع الناس الآن الاتصال بعضهم البعض من قارة إلى قارة. لقد أصبح التطور سريعًا ولا يتوقف. واليوم يصعب تصديق أنه منذ ستين عامًا فقط لم يكن التليفزيون موجودًا، ولم يكن هناك سوى عدد محدود من خطوط الاتصال الدولية.



كاتب القرون الوسطى

كانت الطريقة الوحيدة لنسخ أى كتاب هى قيام الكاتب بنسخه يدويًا، واستمر هذا الوضع إلى أن تمكن الصانع الألمانى يوهان جوتنبرج (1400–1468م) من ابتكار طريقة رخيصة لطباعة الكتب فى حوالى عام 1455.



الاتصــالات الطبيعـية

تنبعث من النباتات إشارات بصرية خافتة تعلن من خلالها أنها حية. فالزهرة تجذب الحشرات بشكلها ولونها، وترد الحشرة الجميل بتلقيح الأزهار الأخرى.

فــى انتظــار التكنــولــوجيــا

غالبًا ما تحتاج الأفكار الرائعة إلى وقت طويل قبل أن تحولها التكنولوجيا إلى حقيقة. فى عام 1843 استطاع المخترع الإسكتلندى ألكسندر بين (1810–1877) أن يضع الفكرة الأساسية للفاكس، (وكلمة «فاكس» هى اختصار لكلمة فاكسميلى facsimile التى تعنى صورة طبق الأصل). إلا أنه فى ذلك الوقت ومع عدم توافر الإلكترونيات (ص54–55) كان الفاكس بطيئًا جدًا مما جعله قليل الفائدة. وعندما ظهر اختراع الشرائح الدقيقة أخيرًا دعمت فكرة ألكسندر بين، فالفاكس الحديث يستخدم الكمبيوتر على رقيقة لتحويل الصور إلى شفرات ذكية يمكن إرسالها بسرعة وبطريقة مضمونة باستخدام خطوط التليفون العادية.



القلـم الريشــة

كان الناس قديمًا يستخدمون الريشة فى الكتابة إلى أن ظهرت الأقلام ذات السن المعدنية. وكان الاختيار المعتاد هو ريشة كبيرة من جناح إوزة يتم تشذيبها ويقطع نهاية طرفها بشكل مدبب باستخدام مطواة جيب. وبدلاً من المطواة، استخدم فيما بعد قاطع مصمم خصيصًا لقصف الطرف وتشكيله بحركة واحدة. يدفع الشق الموجود فى نهاية الريشة بالحبر إلى الورقة، بينما يحتفظ الجزء الأجوف من الريشة بحبر يكفى لعدد قليل من الكلمات.



قلـم الغمـس

مع ظهور الفولاذ رخيص الثمن انتشرت أسنان الأقلام وأصبحت مألوفة بنهاية القرن الـ 19. وقد أثبتت تلك الأقلام المعدنية بشكل أدهش الكثيرين أنه لا مثيل للحركة الانسيابية الناعمة لريشة الإوز. ولهذا فقد حاول المنتجون تجربة العديد من السنون المختلفة للوصول إلى نتيجة مشابهة. كما حاول المنتجون فى بعض الأحيان محاكاة الجزء الأجوف من الريشة فابتكروا وعاء فى السن يحفظ احتياطى الحبر، ولسنوات طويلة ظلت السن المستخدمة فعليًا فى الكتابة مجرد نسخة للريشة المشذبة التى استخدمت لعدة قرون. فقط لم يعد هناك حاجة للسكين المستخدم لتشذيب الريشة حيث إن السن الفولاذية لا تتآكل مع الاستخدام.



قلـم اللبـاد

ظهر القلم ذو السن المصنوعة من اللباد فى اليابان فى ستينيات القرن العشرين، وهو يعتمد على فرشاة الكتابة التى كانت تستخدم فى الشرق لعدة قرون. ولكن البلاستيك الحديث استخدم لتحول هذه الأداة التقليدية إلى أداة مكتفية ذاتيًا. فالحبر محفوظ داخل ألياف من النايلون التى تعتمد على الخاصية الشعرية لتغذى السن بالحبر؛ حيث ينجذب الحبر إلى الألياف الضيقة ثم يتجه لأسفل عبر الفراغات بين تلك الألياف. حدث تعديل لهذا التصميم ليناسب العديد من الأحبار وسنون الكتابة.

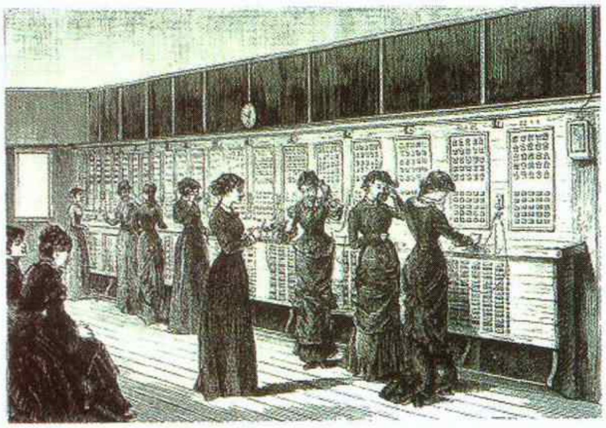


تستخدم اللغة اليابانية حروفًا كثيرة جدًا لا تستوعبها الطابعة عن بعد أما الفاكس فيمكنه التعامل مع أى عدد من الحروف

شـبكـة عـالميـة

تحقق حلم الاتصال عن بعد باختراع التليفون عام 1876 على يد مدرس إسكتلندى هو ألكسندر جراهام بل (1847–1922). وقد حاول الأمريكى إليشا جراى (1835–1901) أن يسجل براءة اختراع مماثلة بعدها بساعتين. قامت معامل بل بابتكار التليفون المحمول عام 1979. وبذلك يستطيع أى شخص يقف فى الشارع أن يتحدث مع صديق له فى قارة أخرى. وتعتمد الشبكات التى جعلت ذلك ممكنًا على الكمبيوتر الذى يستطيع أيضًا تبادل الصور والبيانات بكافة أنواعها. يستطيع الكمبيوتر وخط التليفون الآن الدخول إلى أنظمة مثل الإنترنت وهى عبارة عن شبكة من الشبكات وأصبحت ملتقى ومصدر معلومات للناس فى جميع أنحاء العالم. يمكن للشبكات التجارية تقديم خدمات متعددة مثل الخدمات المالية والترفيهية والاستشارات الطبية والتسوق من المنزل وكذلك التعلم عن بعد بالنسبة للذين يعيشون فى أماكن نائية.



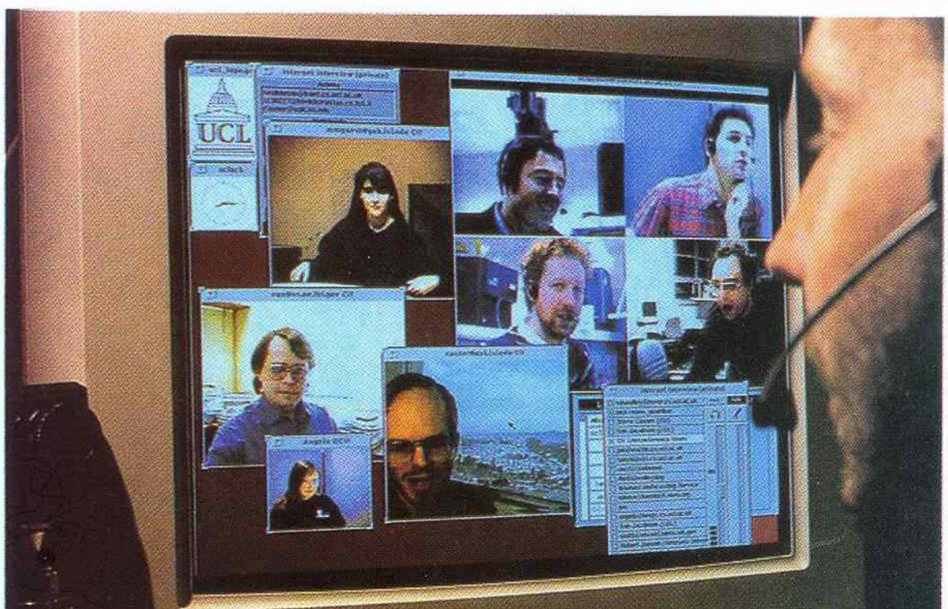


السنـترال القديـم

تحتاج التكنولوجيا لمزيد من التكنولوجيا. ولولا أن متعهد دفن الموتى ألمون ب. ستروجر (1839–1902) اخترع السنترال الآلى عام 1889، لكانت التكلفة المتزايدة لتوصيل المكالمات التليفونية قد قضت على هذا النظام بالفعل. كانت هناك حاجة لعامل التليفون لتوصيل كل مكالمة عن طريق إدخال السلك لوحة التوزيع. إن السنترالات الآلية الأولى كانت عبارة عن وحوش ميكانيكية صاخبة، أما الآن فأجهزة الكمبيوتر تؤدى نفس الوظيفة فى هدوء. ومع ذلك مازالت هناك حاجة للبشر كى يتعاملوا مع المشكلات التى لا يمكن للآلة أن تتعامل معها.

التليفـون المحمـول

كان جهاز الاتصال الصغير هذا ضربًا من الخيال العلمى منذ عشرين عامًا مضت، أما الآن فقد أصبح من مسلمات العصر. وقد أصبح صنع الهاتف المحمول ممكنًا بواسطة اتحاد العديد من الوسائل التكنولوجية مثل البلاستيك (ص26–27) وتقنيات اللاسلكى المطورة وبطاريات أفضل وأجهزة الكمبيوتر وفوق كل هذا الشريحة الدقيقة (ص54). تعمل مجموعة من محطات اللاسلكى منخفضة القدرة على توصيل التليفون المتحرك بشبكة كمبيوتر تتابع مكان التليفون واحتياجاته. تستخدم محطات اللاسلكى المتجاورة ترددات مختلفة لتجنب التشويش. ولكن التليفون فى حجم البطاقة الائتمانية لديه القدرة على التعديل من تردد لآخر فى الحال مع المحافظة على الاتصال المستمر بين المستخدمين.



الاجتمـاعـات المـرئيـة عـن بُـعـد

كانت فكرة وجود جهاز يجعلك ترى شخصًا فى مكان بعيد وكذلك تسمع ما يقال قائمة منذ وجود فكرة التليفون تقريبًا. ولكن كما كان الحال مع الفاكس فقد احتاجت هذه الفكرة إلى أجهزة الكمبيوتر والشرائح الدقيقة لتشغيلها. المشكلة هى أن الصور تحتوى على كثير من المعلومات، أغلبها قليل الفائدة، مما يجعلها مكلفة لإرسالها بالأسلاك. يمكن لأجهزة الكمبيوتر الآن ضغط هذه الصور وبثها بشكل أرخص مما يسمح للناس بالاجتماع لعقد مؤتمرات مرئية عبر مسافات شاسعة بدلاً من المواجهة وجهًا لوجه وهو ما يعرف باسم الاجتماعات المرئية عن بعد (video conference). وما يظهر هنا هو إعداد تجريبى يمكن أن يكون متاحًا قريبًا فى جميع أنحاء العالم.



استـــخـــدام الألـــوان



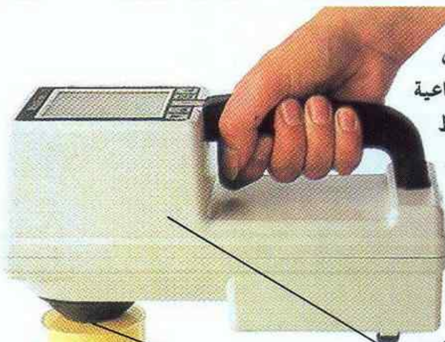
مصنع الأصباغ البدائى

كانت الأقمشة تلون بأصباغ مستخلصة من النباتات والحيوانات حتى عام 1856 عندما اخترع وليام بيركن (1838–1907) بالصدفة أول صبغة صناعية. وعلى الرغم من أن بعض الأنواع من أقمشة الدنيم الزرقاء لا تزال حتى الآن تلون بالصبغ النباتي المستخلص من زهرة النيلة، فإن معظم الأصباغ الطبيعية الأخرى قد استبدلت بأصباغ صناعية تصنع من الفحم أو النفط وهى أرخص وأسهل فى الاستخدام كما أنها لا تتلاشى أو تبهت.

ربما تكون حاسة الألوان فى الإنسان قد تطورت منذ أن كانت تساعد أجدادنا القدامى فى معرفة الثمار الناضجة. يمكن للألوان أن تجعلنا نشعر بالسعادة أو الحزن فهى بالفعل « تلون حكمنا على الأشياء!! »، وتؤثر على اختياراتنا من بين المنتجات المتنافسة، لذا فإن المصممين وأصحاب المصانع يهتمون بالألوان اهتمامًا جادًا. تساعد التكنولوجيا فى ذلك بطرق متعددة. فالأصباغ المحسنة فى الوقت الحاضر تعطى الملابس ألوانًا ناصعة لا تبهت، بينما تمنح المواد الصبغية المبتكرة درجات من الألوان أكثر نقاءً وقوة للسيارات ومستحضرات التجميل. وحاليًا أصبح من الممكن قياس الألوان بدقة، فقد حلت الأرقام المسجلة محل الأحكام التى لا يعتمد عليها وذلك لضمان وحدة ألوان نفس المنتج فى كل مرة ينتج فيها. هذه القياسات المعيارية (ص30–31) تمكن من تطابق الأجزاء المصنوعة فى جهات مختلفة من العالم عند تركيبها معًا. أما الآن فقد زاد وعينا بالألوان نضجًا عن أى وقت مضى، حيث أصبحت أجهزة الكمبيوتر والإلكترونيات تطلق ألوانها بدرجاتها المختلفة على الشاشات والمجلات والملصقات فى كل مكان.



تسجل الأرقام لمقارنتها مع بيانات الإنتاج الأخرى



عينة من نبات الخردل على مقياس اللون

أجهزة الاستشعار الإلكترونية تستجيب للضوء المنعكس لتعطى القراءة

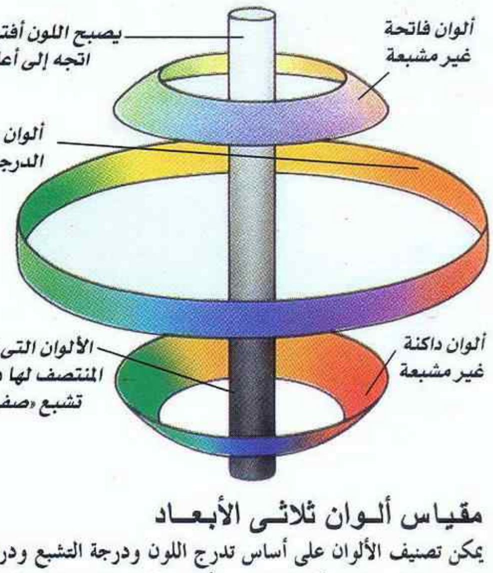


الرقم المرجعى معترف به عالميًا

صيغة على البطاقة تبين كيفية خلط اللون

مطـابـقـة اللـــون

إن المستهلكين على وعى تام بلون المنتجات الغذائية، فأدنى تغيير فى اللون المتوقع يجعل المشترين يتحولون إلى منتج آخر. ويمثل ذلك مشكلة لأصحاب المصانع؛ لأن المنتجات المصنعة من مكونات طبيعية من المحتمل أن تختلف ألوانها من منتج إلى آخر، فلون المنتج يعتمد على مزج مكونات من مصادر مختلفة. ولكن بتسجيل قراءات لكل كمية إنتاج باستخدام مقياس ألوان دقيق، يمكن للعاملين فى مجال تكنولوجيا الغذاء التأكد من تطابق اللون فى كل مرة.



مقيـاس ألــوان ثلاثـى الأبعــاد

يمكن تصنيف الألوان على أساس تدرج اللون ودرجة التشبع ودرجة الخفة. فالتدرج يمثل مكان اللون من ألوان الطيف (ص58)، والتشبع يشير إلى القوة، ودرجة خفته تصف اللون عندما يظهر فى صورة بالأبيض والأسود. وتستطيع الكرة ثلاثية الأبعاد توضيح كيف تترابط الألوان.



لون أسود من سُخام



أخضر فيرونا مستخرج
من التربة



أوكر أصفر مستخرج
من التربة



أوكر أحمر مستخرج
من التربة



أزرق لازوردى
من حجر اللازوردى



أزرق مصرى يحتوى على
السيليكون والنحاس والكالسيوم

الألــوان الطبيعيــة

تنقسم الصبغات إلى نوعين: النوع الأول يمكن أن يذوب فى السوائل، ثم تلصق نفسها بأى مادة ولكنها تظل جزئيات منفصلة. والنوع الآخر كالألوان القديمة الموضحة هنا هى ببساطة أجزاء صغيرة لمادة ملونة يمكن أن تلتصق بالأسطح على شكل دهان أو تخلط بالبلاستيكات لتلوينها (ص26). ويمكن الحصول على بعض الأصباغ بطحن الصخور وهكذا تكون لدينا صبغات دائمة.

ألــوان الأكريـلك

تتكون دهانات الأكريلك من قطرات دقيقة من البلاستيك الأكريلى (ص26–27) المعلق فى الماء مع صبغات. يمكن تخفيفها بالماء، وعندما تتبخر المياه تتجمع القطرات الصغيرة مكونة طبقة من الدهان المضاد للماء.



أكريلك أحمر

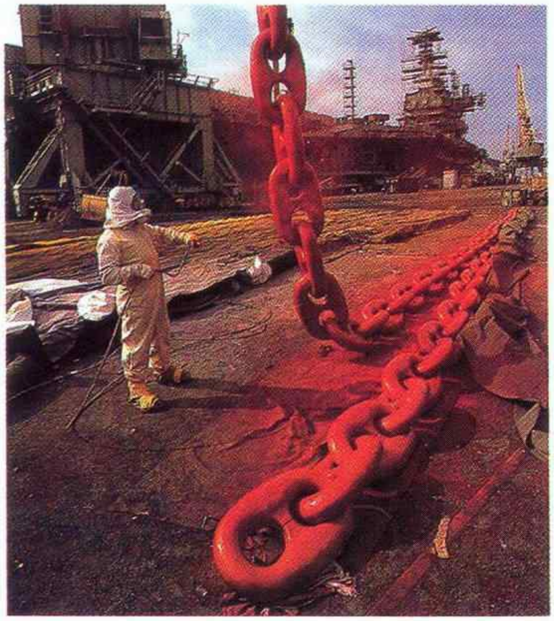


أكريلك أصفر



الطبقــة الواقيــة

ظهرت الدهانات الزيتية فى القرن الـ 15، فهى مصنوعة أساسًا من زيت بذرة الكتان وزيت نبات الكتان المغلى والمخفف بزيت التربنتين. يتفاعل زيت بذرة الكتان مع الأكسجين فى الهواء مكونًا طبقة صلبة. تصنع الألوان الزيتية الحديثة من الراتنجات الصناعية المشتقة من البترول. يأتى لون الدهان من ملايين الجسيمات الدقيقة للصبغات الملونة، كل واحد من هذه الجسيمات يمتص بعض الألوان ويعكس ألوانًا أخرى. والدهانات الزيتية لا تستخدم للزينة فقط، ففى سلسلة خطاف السفينة هذه، الدهان الزيتى مطلوب لحماية المعدن من الماء والهواء وكذلك من الصدأ.





فصـل الألـوان

تطبع الصور أحادية اللون بالحبر الأسود الذى يمتص الضوء الأبيض، وبنفس الطريقة تطبع الصور الملونة بالأحبار الزرقاء الضاربة إلى الخضرة والحمراء الضاربة إلى الزرقة والأصفر؛ لأنها تمتص على التوالى اللون الأحمر والأخضر والأزرق على الترتيب. تصنع صفيحة الطباعة بمسح الصور ضوئيًا، وتسجيل كمية اللون الأحمر والأخضر والأزرق.

ضبـط المعيـار

لا يمكن وصف الألوان بدقة عن طريق الكلام. تتيح أنظمة مطابقة الألوان للمصممين أن يختاروا الألوان ثم إعطاء الطباعين أو الموردين الآخرين عينة أو رقمًا مرجعيًا يمكنهم من معرفة اللون المطلوب تمامًا. وتعمل هذه الأنظمة بطريقة خلط عدد محدود من الصبغات الأساسية بنسب مختلفة لتكوين تشكيلة واسعة من الألوان. تستخدم هذه الأنظمة على مستوى العالم لتوفير المعايير العملية للطباعة والتغليف وتصميم المنتجات.

الفكـرة والتصميـم

يعثر المخترعون بالصدفة على مبدأ جديد ثم يبحثون عن المشكلات التى يحلها هذا المبدأ. أما المصممون فيبدءون بمشكلة ثم يبحثون عن حلول تعتمد على المبادئ التى يعرفونها من قبل. وما هو إلا خيط رفيع يفصل بين الاختراع والتصميم، فكثير من المصممين يخترعون بالفعل منتجات جديدة، بينما البعض ممن يدعون أنهم مخترعون يعيدون فقط استخدام أفكار قديمة. يستخدم مصممو الهندسة تقنيات علمية معقدة لمعرفة طريقة بناء الكبارى أو صناعة السيارات أو أجهزة الكمبيوتر. أما مصممو الصناعة فينصب تركيزهم على الأناقة والملاءمة وما يروق للمستهلك. ومصممو الأزياء يستغلون الحس الفنى ومعرفتهم بالسوق لتحديد المنتجات التى ستمثل صيحة من صيحات الموضة ذات العمر القصير. وغالبية المصممين هم جزء من فريق أكبر يكون كل عضو فيه متخصصًا فى جانب مختلف من العمل، كما يحكم كل المصممين القيود الصارمة للوقت والتكلفة.



مطبخ القرن الـ 19

يعكس التصميم الجيد احتياجات العصر، فمطابخ اليوم أصغر وأكثر ملاءمة وهى مصممة للعائلات التى لا تستعين بخدم.



الأشكال الصناعية

انتشرت ماكينات إعداد الغذاء من المصنع إلى المطابخ المنزلية فى أربعينيات القرن العشرين فى الولايات المتحدة، وفى خمسينيات نفس القرن فى أوروبا. يعكس هذا الخلاط المصنوع فى الخمسينيات أصوله الصناعية من حيث الهيكل المصنوع من حديد الصب والأستنلس أستيل وكذلك أجهزة التحكم ذات الشكل التقنى. ثم جاء الحجم الصغير وطبقة الدهان الأحمر والشعار البراق ليصبح أكثر ملاءمة للاستخدام المنزلى. إلا أن هنالك البعض ممن يفضلون الأجهزة المنزلية التى تشبه آلات المصانع حيث إن ذلك يشعرهم بأنها متينة وحقيقية.



خلاط حديث

فى الخمسينيات من القرن العشرين كان أصحاب المصانع يقومون بالاستعانة بمصممين لإعطاء لمسة جمالية لمنتج تم تصنيعه بالفعل. وقد ظهرت نتيجة لذلك منتجات غير جذابة تكلفت أكثر مما يجب. وفى الستينيات تعلم المصممون الكثير عن الهندسة، كما بدأ المهندسون يضعون فى الحسبان شكل المنتج وسهولة استعماله. وقد أدى هذا التعاون البناء إلى زيادة إقبال المستهلكين على كافة المنتجات التى يتم إنتاجها بالجملة. هذا الخلاط المصنوع سنة 1992 من نفس الشركة الصانعة للخلاط الموجود بأعلى الصفحة، له جسم من سبيكة معدنية (ص16–17) أخف وأكثر نعومة، كما أنه أسهل وأكثر أمانًا فى الاستخدام والتنظيف، ويحتوى على موتور أكثر قوة وجهاز إلكترونى للتحكم فى السرعات.



جـون سميـتون (1724–1792)

ربما يعد المهندس البريطانى جون سميتون أول مصمم محترف. وهو متخصص فى حل المشكلات، وعندما طُلب منه إقامة فنار جديد للسفن قام بعمل تصميم ناجح مستوحى من شكل الشجرة.

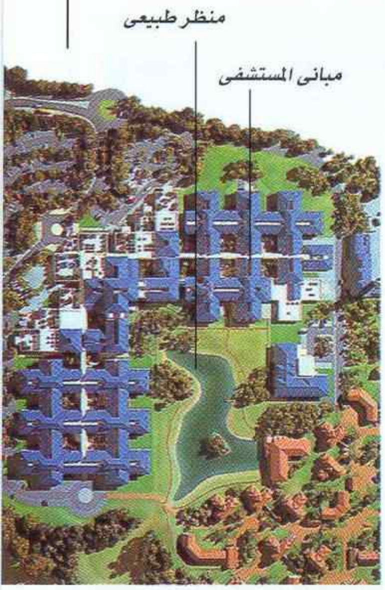


مبان تلائم الواقع ـ شيكاغو بالولايات المتحدة

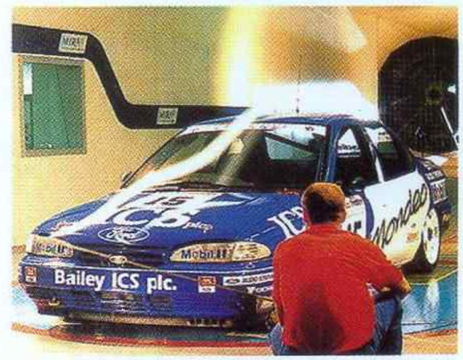
عندما أصبح من الممكن استخدام الفولاذ فى المبانى المرتفعة فى أواخر القرن الـ 19 اتخذها المهندسون والمعماريون الأمريكيون فرصة لتعبئة المزيد من السكان فى الأماكن المزدحمة. ولكن عندما أدرك مصمم هذا المبنى سنة 1898 أن الناس معتادة على المبانى ذات الحوائط الحجرية قام بتغطية الهيكل المعدنى بغطاء مزخرف من الأحجار؛ إلا أن الحركة الحديثة فى المعمار التى ظهرت فى ثلاثينيات القرن العشرين كانت الأولى التى سمحت بظهور الهيكل الحقيقى للمبنى.

نمـوذج معمـارى

يتعامل العديد من المصممين مع أنظمة معقدة. ويواجه مخططو المدن والمهندسون المعماريون فى بعض الأحيان مهمة مستحيلة وهى إيجاد حل لكيفية معيشة الانسان فى بيئة جديدة تمامًا. ويقوم المخططون لمثل هذه النماذج بعملها لتوصيل تصوراتهم عن شكل المبانى والطرق لعملائهم. إلا أنه من الصعب التنبؤ بالصورة النهائية للأنظمة المعيشية فى تلك المبانى والطرق، وعادة ما يتطلب الأمر سنوات من التجريب والضبط حتى تستقيم الأمور.



نموذج لمجمع مستشفيات



اختبـار النفق الهوائـى

يريد المستهلكون اليوم سيارات أسرع مع استهلاك أقل للوقود. أصبح قياس المقاومة الأيروديناميكية أمرًا هامًا، وهى مقاومة الهواء لحركة السيارة التى تخترقه. يمكن اختبار الانسياب الهوائى على جسم السيارة الحديثة باستخدام دخان فى نفق هوائى، حتى إذا ما كان هناك انحناءة فى التصميم تعوق انسياب الهواء، فقد يعمل المصممون على تغييرها.

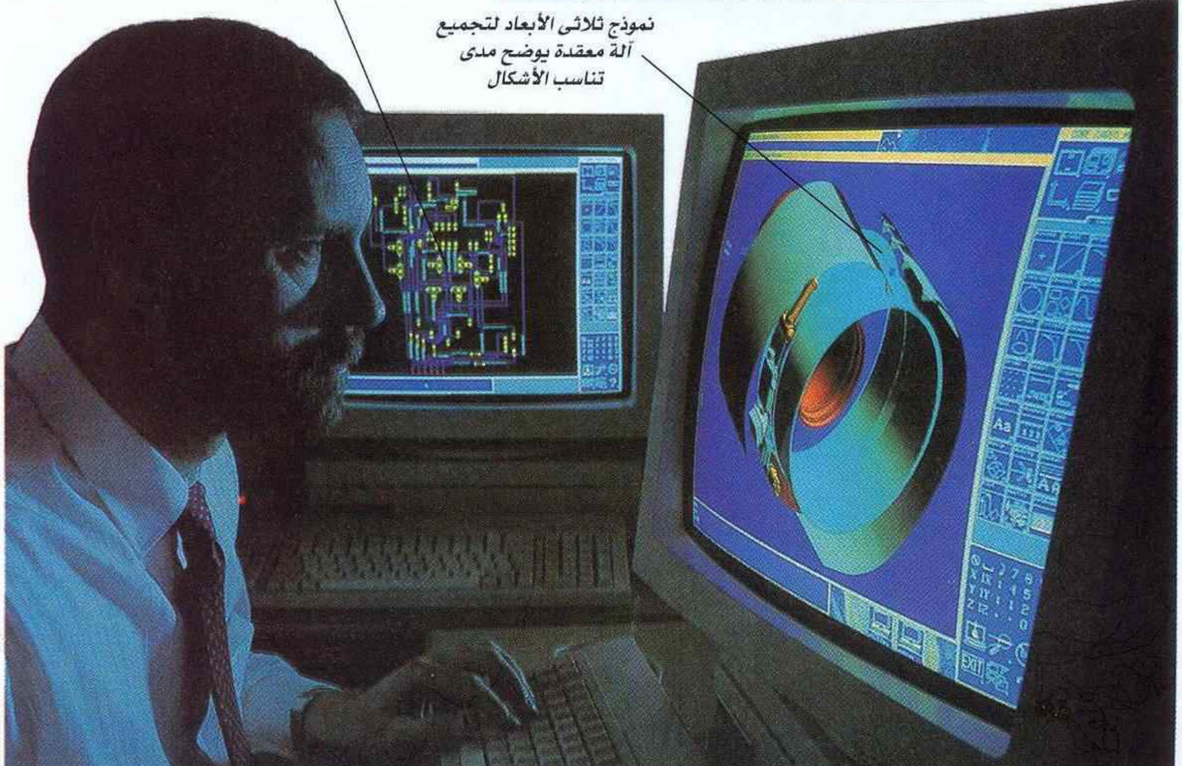


اختبـار المحـرك النفـاث

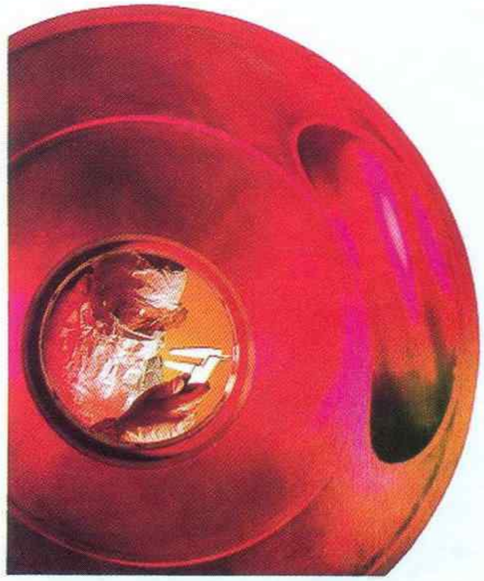
إن المحرك النفاث الكبير معقد وقوى، ولاختبار تصميم جديد لهذا المحرك بعد تنفيذه مباشرة من لوحة التصميم يجب اتخاذ ترتيبات مدروسة بدقة. ودائمًا ما يترك المهندسون مساحة لاحتمال حدوث تأثير غير متوقع، فهم فى حالة تعلم دائمة. تم تثبيت هذا المحرك على جهاز اختبار فى الهواء الطلق حيث تجرى اختبارات قياس معدلات الضوضاء بواسطة بطارية ميكروفونات، فتحمل إشارات اللاسلكى (الراديومترية) الرسائل إلى الكمبيوتر؛ مما يوفر بيانات حول السرعة ودرجة الحرارة والضوضاء والذبذبات لمساعدة المهندسين فى تحديد أية أخطاء والعمل على تصحيحها فى الوقت المناسب.

التصميم بمساعدة الكمبيوتر

من المستحيل الآن تخيل تصميم بدون كمبيوتر؛ إلا أن المهندسين منذ ثلاثين عامًا مضت كانوا يعملون حتى بدون آلة حاسبة للجيب. كان هناك العديد من المشكلات التى لا يمكن حلها لأن العمليات الحسابية كانت ستستغرق وقتًا طويلاً. أما الآن فيستخدم المصممون المهندسون محطات عمل قوية تستطيع تصوير ابتكاراتهم بالألوان والأبعاد الثلاثية. وقد وفرت تلك البساطة فى التأكد من تناسب جميع الأجزاء معًا دون اصطدام بعضها ببعض وقتًا هائلاً؛ ولذلك لا غنى اليوم عن الكمبيوتر فى حل المشكلات الصعبة مثل تصميم أفضل الأشكال لتدفق السوائل. وبمجرد الانتهاء من تصميم المنتج، فإن المواصفات يمكن أن ترسل بالكمبيوتر مباشرة إلى محل التصنيع (ص 55).



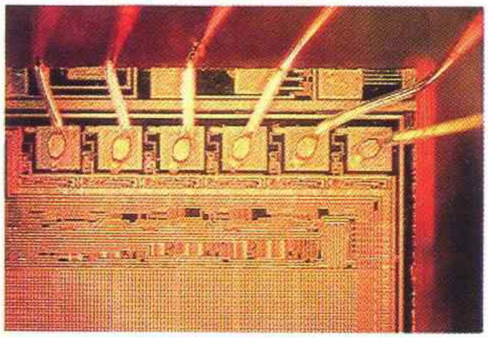
الإلكترونيات واستعمال الكمبيوتر



علم الإلكترونيات هو تكنولوجيا حديثة نسبيًّا. فقد تم اختراع الترانزستور المكون الرئيسى فى الشرائح الدقيقة عام 1947. أما الشرائح الدقيقة نفسها فلم تظهر حتى عام 1962. وهذه الشرائح هى التى تجعل التكنولوجيا الإلكترونية الجديدة ممكنة. وأهم ما فى الإلكترونيات هو أنها تستغل الكهرباء للتحكم فى مزيد من الكهرباء، فالمفتاح الكهربائى (الإلكترونى)، على عكس مفتاح الإنارة العادى، يمكن تشغيله من مفتاح إلكترونى آخر. وبناءً على ذلك يمكن وضع مجموعات ضخمة من المفاتيح - الترانزستور- على شريحة واحدة حتى تتحكم فى بعضها البعض مؤدية متتاليات معقدة من العمليات التى تحول نمطًا معينًا من الكهرباء إلى نمط آخر. واليوم تتطور الإلكترونيات تطورًا مذهلاً، والإلكترونيات تغذى نفسها مثلما هو الحال فى أجهزة الكمبيوتر، فهى نفسها تستخدم لتصميم أجهزة أفضل، وفى الوقت الحالى قد تطور عمل الكمبيوتر آلاف المرات عما كانت عليه منذ خمسين عامًا مضت.

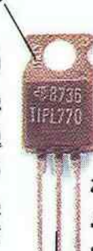
تعديل السيليكون لعمل رقائق

تصنع الشرائح الإلكترونية بإضافة الشوائب للسيليكون النقى، فيتغير السيليكون ببراعة لينتج أنماطًا مجهرية تتحكم فى تدفق الكهرباء. فى هذه الصورة يقوم مهندس بفحص حجرة الفراغ المستخدمة فى عملية الإنتاج.



شريحة دقيقة مكبرة

الشريحة الدقيقة جعلت من الإلكترونيات قوة استطاعت تغيير العالم. صنعت أول شريحة سيليكون تجريبية سنة 1958. وكانت الشرائح الأولى التى طرحت فى الأسواق لا تحتوى إلا على أعداد قليلة من الترانزستور تصل إلى عدة عشرات، بينما تحتوى مثيلاتها فى الوقت الحاضر على الملايين.



حلقة معدنية للتخلص من الحرارة

أسلاك موصلة من الرصاص

الترانزستور

يعمل الترانزستور كالصمامات بالتحكم فى الإلكترونات، إلا أن الجسيمات تتحرك خلال جسم صلب وليس فى الفراغ، كما أنها لا تحتاج إلى حرارة الإلكترونات. وهذا يجعل الترانزستور أصغر حجمًا وأرخص ثمنًا. تستخدم أجهزة الترانزستور المستقلة كهذه للتحكم فى أشياء مثل المحركات. ونظرا لأن الترانزستور يصنع بتعديل مادة واحدة فقط وهى السيليكون، لذا يمكن تكوينه أيضًا بالآلاف على شريحة واحدة.



أنبوبة زجاجية بها أجزاء معدنية فى فراغ

صمام خمسينيات القرن العشرين

الصمامات الأولى

فى عام 1904 تم اكتشاف أن الجسيمات الدقيقة المسماة بالإلكترونات -التى تطلقها الأسلاك الساخنة وتنتقل فى الفراغ- يمكن استخدامها فى دائرة كهربية. وفى عام 1906 توصل الأمريكى لى دى فورست (1873-1961) إلى طريقة للتحكم فى هذه الإلكترونات كهربائيًا، فكان اختراع أول جهاز إلكترونى وهو الصمام.



ذراع تتحرك فى مسار لاسترجاع المعلومات المخزنة فيه

رأس القراءة والكتابة تسترشد بالمعلومات المخزنة على القرص نفسه

آلية اختيار المسار

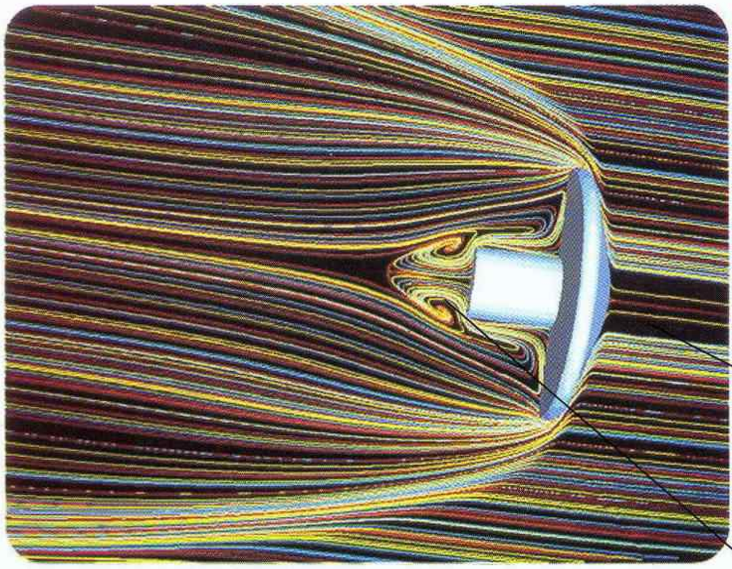
القرص الصلب مغطى بمادة مغناطيسية

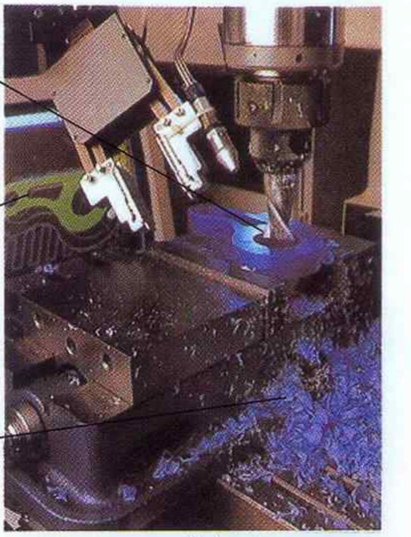
مشغل الأقراص

تكمن فائدة أجهزة الكمبيوتر فى الذاكرة، وبدونها لكانت المعلومات والتعليمات تدخل وتخرج من الآلة يدويًا مما يجعل كل شىء بطيئًا كسرعة الإنسان. تتمتع أجهزة الكمبيوتر بذاكرات إلكترونية سريعة لتخزين أى شىء يتعامل معه المستخدم أولاً بأول. إلا أن لديها أيضًا ذاكرة أبطأ تكون الأفضل للتعامل مع نوع آخر من البيانات مثل هذا القرص الصلب من الكمبيوتر الشخصى، كما أنها أرخص ثمنًا ولا تفقد ما تم حفظه به مع انقطاع التيار عن الجهاز. وعند الحاجة لاسترجاع أى شىء من القرص، فيمكن للكمبيوتر العثور عليه فى أقل من جزء من الثانية.

المحـاكـاة بالكمبيـوتـر

تعد أجهزة الكمبيوتر الآن أداة لاغنى عنها بالنسبة للمصممين من جميع الفئات (ص 52-53). وقد توافرت أمام مصممى التكنولوجيا المتقدمة اليوم إمكانيات هائلة للكمبيوتر، فمحطات العمل بالكمبيوتر – وهى أجهزة كمبيوتر تفوق سرعتها وسعة ذاكرتها مرات عديدة أجهزة الحاسب الشخصى العادية – يمكنها أن تحول العمليات الحسابية إلى صور كهذه بسرعة مذهلة. ولعمل تلك الصورة التى تظهر انسياب الهواء حول مركبة فضائية وهى تعاود دخول الغلاف الجوى، كان على محطات العمل إجراء عمليات حسابية لتستغرق معظم حياة المصمم العملية إن كان يعمل بدون مساعدة الكمبيوتر.. بالإضافة إلى ذلك فإن الكمبيوتريسمح للمصمم بتعديل التصميم مرة تلو الأخرى حتى يصل إلى الشكل المطلوب.





تصميم بمساعدة الكمبيوتر

اعتاد المصممون أن يقضوا أيامًا فى عمل الرسوم والحسابات، وبعدها يقوم عامل ماهر بتنفيذ هذا التصميم على المعدن. أما الآن فيمكن للمصممين أن يروا أعمالهم تتشكل على آلة القطع التى يتحكم فيها الكمبيوتر والتى تقوم بقطع أشكال ثلاثية الأبعاد من البلاستيك الصلب.



أيـو ـ أحد أقمار كوكب المشترى

كانت العمليات الحسابية المطلوبة لرحلات الفضاء ستصبح مستحيلة بدون أجهزة الكمبيوتر الإلكترونية، ولم تكن هناك جدوى من إرسال مسبارات الفضاء بدون إمكانية التصوير والاتصالات الإلكترونية. فعند دوران المسبار الفضائى حول الكوكب فإن أجهزة الكمبيوتر المركبة على متنها توجهه لالتقاط العديد من الصور؛ يتم تحويل هذه الصور إلى شفرة ويتم إرسالها إلى الأرض باللاسلكى. وعلى الأرض توجد العديد من أجهزة الكمبيوتر التى تعمل على توضيح وتجميع هذه الصور فى الصورة المجمعة النهائية؛ مما يجعل العلماء يشعرون وكأنهم يجلسون فى الفضاء بينما هم لم يغادروا سطح الأرض. التقط المسبار الفضائى فويجر هذه الصورة عام 1979 للقمر «أيـو»، وهو قمر قريب من المشترى.



تجميع الأخبار إلكترونيًا

الإلكترونيات تشمل ما هو أبعد من مجرد استخدام الكمبيوتر، فقد غيرت الإلكترونيات الطريقة التى نرى من خلالها العالم. بدأت تجميع الأخبار الإلكترونية فى السبعينيات من القرن العشرين مع تطور كاميرات التصوير التليفزيونية خفيفة الوزن ومسجلات الفيديو. فالمشاهد والأحداث حول العالم أصبحت تصلنا مباشرة وقت حدوثها.

موضـوعـات طبيــة



هوارد فلورى (1898–1968)
فلورى هو طبيب متخصص فى علم الأمراض، أسترالى وهو الذى عزل أول مضاد حيوى نقى – البنسلين – من العفن عام 1939. والمضاد الحيوى هو مادة تقتل الكائنات المجهرية دون حدوث أضرار للبشر.

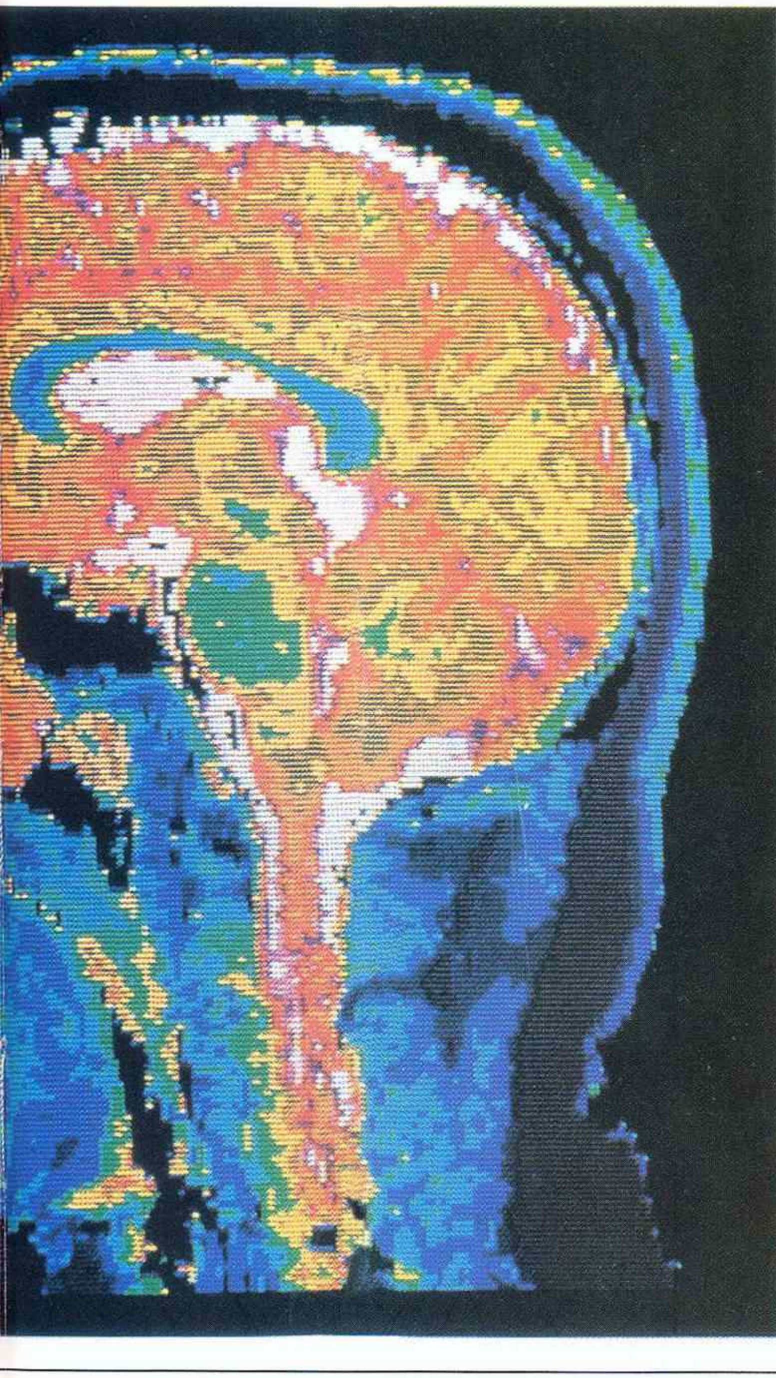
قبل تطور الطب والعلوم الحديثة اعتاد الناس على تقبل الموت والمرض كأمر طبيعى. ولكن بالتدريج بدأ الإنسان يرى جسمه كآلة معقدة يمكن إصلاحها كأى آلة أخرى، وقد دعمت التكنولوجيا الحديثة هذا المفهوم. وقد يرى البعض أن هذه التكنولوجيا مرعبة وقد تكون فى بعض الأحيان موضع استياء، ولكنها بالتأكيد أكثر رحمة من الطرق الوحشية التى كانت مستخدمة منذ 150 عامًا مضت. ومن أعظم هذه التطورات ظهور الأجهزة التشخيصية التى ساعدت الأطباء على رؤية مواطن الخلل فى الجسم، والمعدات المطورة التى تساعد الأطباء فى إجراء العمليات الجراحية بينما يظل المريض مستيقظًا. والآن نستطيع أن نسبر أعماق جسم الإنسان دون حدوث أى جرح فى الجلد، كما يمكننا إجراء عمليات داخل الجسم دون ترك أثر للجرح ولو قليلاً، بل إننا نستطيع أيضًا استبدال أعضاء كاملة كالكلية والقلب.



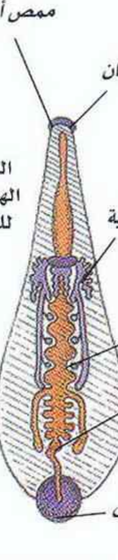
عمليـة بتـر مبكـرة
من المحتمل أن يكون هذا الجراح – فى القرن الثامن عشر – قد اكتفى بغسل يديه فقط بعد قطع ساعد المريض. وحتى لو كان المريض قد نجا بعد هذه العملية الجراحية فربما لم ينج من البكتريا التى بالتأكيد كانت تملأ غرفة العمليات. فلم يعرف الطب التخدير لتقليل الألم حتى عام 1850 تقريبًا، بل إن المطهرات التى تقتل البكتيريا عرفت فى وقت لاحق عن هذا التاريخ.



منشار العظام الرومانى
إن العظام الحية صلبة وتحتاج لعمل شاق باستخدام منشار حاد للمرور من خلالها. وتوضح هذه الصورة الأداة الجراحية التى استخدمها قدماء الرومان منذ ألفى عام لقطع العظام فى عمليات البتر، وكانت العمليات الجراحية تجرى دون أدنى فكرة عن النظافة الصحية.



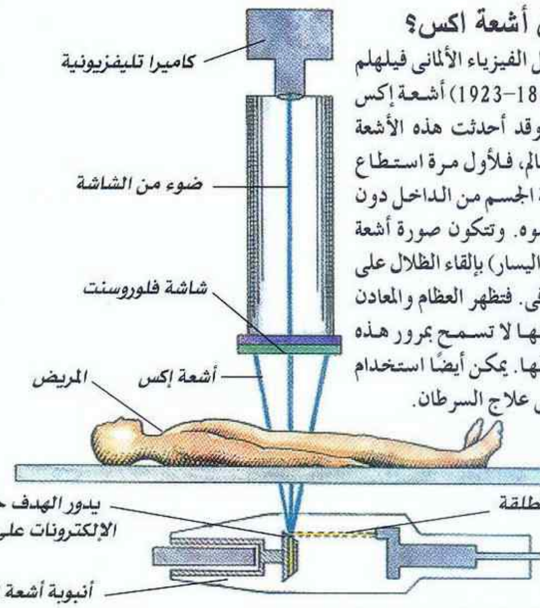




العلقة مصـاصـة الدمـاء
كان الناس يعتقدون لعدة قرون أن الحميات سببها الدم الزائد فى الجسم. وبدا لهم أن العلاج هو التخلص من بعض هذه الدماء بإخراجها، وكانت أفضل الوسائل التكنولوجية المتاحة لذلك هى العلقة، وهى حيوانات تعيش فى الماء لكنها تنتمى لفصيلة ديدان الأرض. ولا تتغذى هذه الديدان إلا على الدماء. فهى تعض الجلد بأسنانها الدقيقة وتتعلق به بالممصات بينما تقوم المواد الكيميائية فى لعابها بتدفق الدم فى يسر وسهولة. ويحتوى لعابها أيضًا على مخدر؛ ولذلك لا يشعر المرء بعضتها. وقد توقف الأطباء عن استخدام الديدان منذ ستين عامًا مضت ولكنهم عادوا إليها الآن كمصدر للمواد الكيماوية التى تعيد تدفق الدم بعد الجراحة وتعمل على توقف تجلطه.

كيف تعمل أشعة اكس؟

اكتشف عامل الفيزياء الألمانى فيلهلم رونتجن (1845–1923) أشعة إكس عام 1895. وقد أحدثت هذه الأشعة ثورة فى العالم، فلأول مرة استطاع الأطباء رؤية الجسم من الداخل دون حتى أن يلمسوه. وتتكون صورة أشعة إكس (أقصى اليسار) بإلقاء الظلال على فيلم فوتوغرافى. فتظهر العظام والمعادن بوضوح لأنها لا تسمح بمرور هذه الأشعة خلالها. يمكن أيضًا استخدام أشعة إكس فى علاج السرطان.





جودفرى هونسفيلد (1919–)

هونسفيلد هو مهندس كهرباء بريطانى أطلق أشعة إكس خلال الجسم من عدة اتجاهات ومنه إلى كاشف إلكترونى، ثم استخدم جهاز كمبيوتر لتصوير شريحة خلال الجسم. وأطلق على طريقته بالتصوير المقطعى المحورى باستخدام الكمبيوتر أو "CAT".



مسح المخ ضوئيًا

تكاملت الآن أشعة إكس بواسطة الصور المأخوذة بجهاز التصوير بالرنين النووى المغناطيسى (NMR) الذى تطور فى أواخر سبعينيات القرن العشرين. يعتمد الجهاز على فكرة أن الذرات فى أى مجال مغناطيسى قوى تتردد دائريًا بمعدل مقارب لتردد الموجة اللاسلكية. وبتعديل الموجة يمكن جعل الذرات تتذبذب فى نفس وقت الموجة فتمتص الطاقة. وعند توقف الموجة تتوزع الطاقة مرة ثانية، مما يسمح بقياس تركيز الذرات. وعند تغيير المجال المغناطيسى والموجة اللاسلكية ووضع كل القياسات معًا بجهاز كمبيوتر يمكن حتى للأنسجة الرقيقة كأنسجة المخ أن تظهر ببعض التفصيل، أما الألوان فيقوم الكمبيوتر بإضافتها.

إصلاح سريع

فى بعض الأحيان يمكن علاج المصابين بكسور فى العظام فى الحال كما يتم إصلاح السيارات المهشمة، فالعظام عادة هى مادة مركبة (ص 28–29) طبيعية وصلبة، ولكنها قد تكون هشة عند كبار السن مما يجعل أى سقطة قد تؤثر على عظمة الفخذ بدرجة تكفى لخلع أعلى العظمة تمامًا. تبين هذه الصورة باستخدام أشعة إكس نتيجة العمليات التى أصبحت روتينية الآن لتثبيت العظام مرة أخرى باستخدام المسامير، حيث يستخدم معدن مثل التيتانيوم أو الفولاذ لوصل الأجزاء معًا.



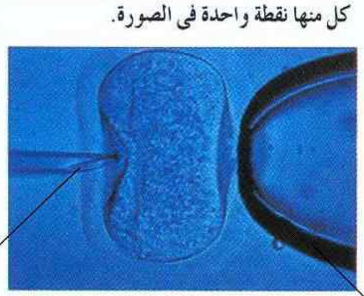
المنظار

يحتاج الجراحون فى أغلب الأحيان صورة مفصلة للجسم من الداخل أكثر مما تقدمه أشعة إكس أو الماسحات الضوئية. وعلى ما يبدو فإن المنظار يتحدى قوانين البصريات حيث ينحنى الضوء حول الأركان لإخراج صورة واضحة؛ فهو يستخدم حزمة من الألياف الزجاجية تشكل كل منها نقطة واحدة فى الصورة.



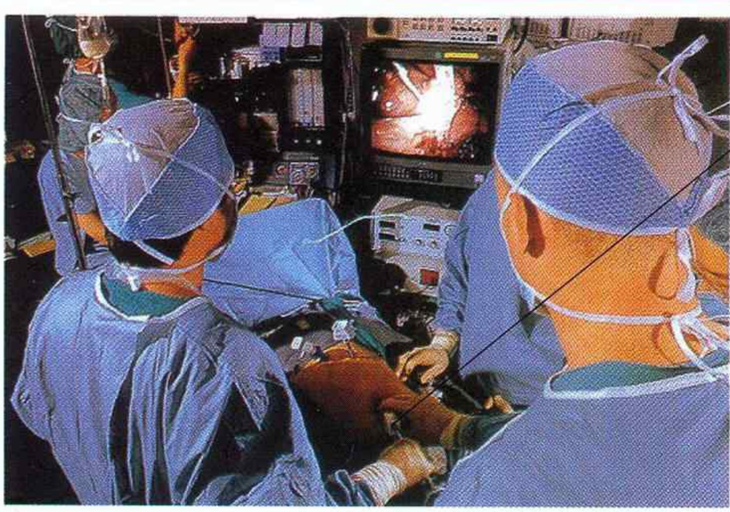
التخصيب فى الأنابيب

أحيانًا تستطيع التكنولوجيا مساعدة الأزواج الراغبين فى الإنجاب. وفى حالات معينة يمكن حقن الحيوان المنوى مباشرة فى بويضة الأنثى، دون اتباع المسار الطبيعى. ثم تنقل البويضة بعد ذلك إلى رحم الأم. بعد ذلك تصبح هذه البويضة طفلاً إذا كتبت لها الحياة.



حيوان منوى يحقن خلال إبرة مجوفة

أنبوب زجاجى يثبت البويضة



كاميرا دقيقة على منظار جوف البطن تظهر صورة لتوجيه أشعة الليزر إلى الموضع المراد

جراحة تنظير البطن «ثقب المفتاح»

بصفة عامة، قليلا ما يتطلب الأمر تدخلاً جراحيًا داخل الجسم، ولكن الوصول لمكان المشكلة يتسبب فى الكثير من الألم علاوة عن بطء عملية الشفاء. تعمل أشعة الليزر والكاميرات التليفزيونية الآن على مساعدة الجراحين فى إجراء عمليات جراحية من خلال فتحات صغيرة تلتئم سريعًا.

اكتشاف الفائدة

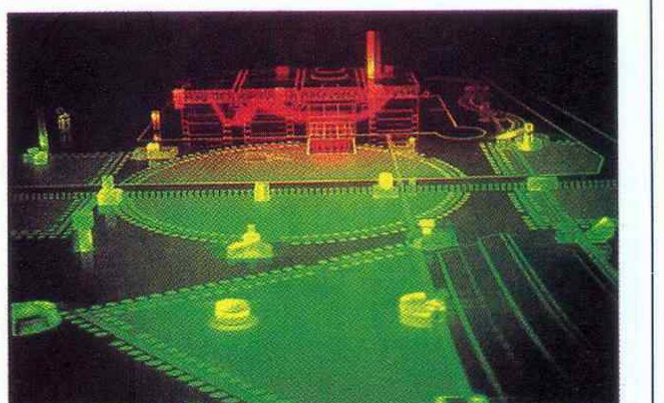


التغلب على جرائم كروت الائتمان
تقريبًا كل أنواع الكتابات المطبوعة والمزخرفة يمكن نسخها، ولكن نسخ صورة الهولوجرام المطبوعة على البلاستيك تتطلب أجهزة غالية، هذا بالإضافة إلى نسخ صورة الشخص الواقف أمام الكاميرا.

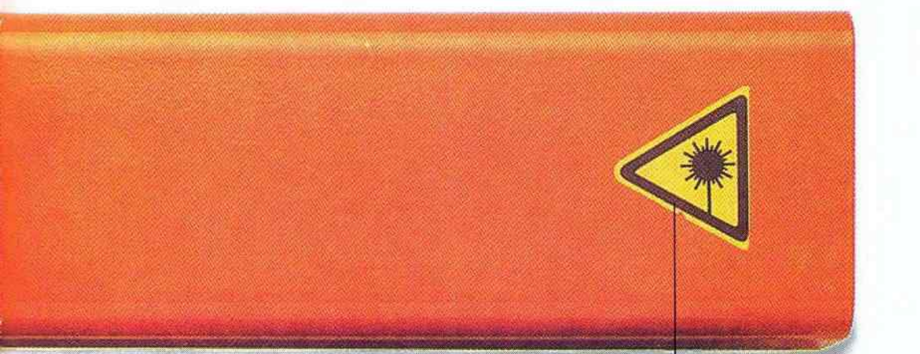
ليست كل التكنولوجيا نابعة من الحاجة، فكثيرًا ما يقوم العلماء والمهندسون باكتشاف أو ابتكار أشياء ليس لها استخدام واضح ولكنهم يصنعونها على أية حال فى انتظار ما يحدث فى المستقبل. فقد نتج اكتشاف الليزر من أفكار طرحت عام 1917، وقام العلماء بتطويرها إلى جهاز فعال فى عام 1960، وكان من بين أهداف هذا التطوير هو إثبات صحة النظريات الخاصة بالذرات. ولكن خلال عشر سنوات وجدت هذه اللعبة العلمية عشرات الاستخدامات المفيدة لها. بعض منها كالهولوجرام (المصور التجسيمى) كان فى انتظار أشعة الليزر كى يخرج لحيز الوجود. وهناك استخدامات أخرى مثل جراحات الليزر كانت جديدة تمامًا. وفى القرن الـ 19 أدى اكتشاف العالم البريطانى وليام هيرشل (1738–1822) للأشعة تحت الحمراء إلى قصة مماثلة. الآن أصبحت الأشعة تحت الحمراء أداة يومية فهى تكشف عن الفقدان الحرارى، وعند إنتاجها من نوع آخر من أشعة الليزر فإنها تلتقط الموسيقى من قرص الكمبيوتر حتى يمكن سماعها.



إسحاق نيوتن (1643–1727)
درس نيوتن الضوء واستنتج أنه يتكون من جسيمات دقيقة تنطلق فى الفضاء. ولم تكن هذه الفكرة مقبولة حتى بدايات القرن العشرين حين أصبحت جسيمات الضوء – الفوتون – هى أساس التفكير الذى أدى إلى ظهور الليزر.

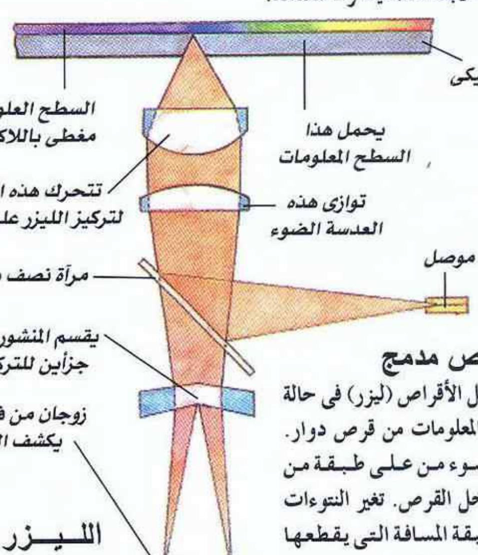


مركز علمى فى لافاليت بباريس
يتكون الضوء من موجات فى الفضاء، وتظهر الصورة عندما تكون تلك الموجات منضبطة تمامًا. ويستطيع الهولوجرام تلقى الموجات الضوئية المنتظمة من جهاز الليزر ثم يثنيها إلى موجات ترتد على الشىء الأصلى - وهو هنا نموذج معمارى. وتتغير الصورة ثلاثية الأبعاد كلما يتحرك المشاهد.



علامة تحذير من أشعة الليزر معترف بها عالميًا

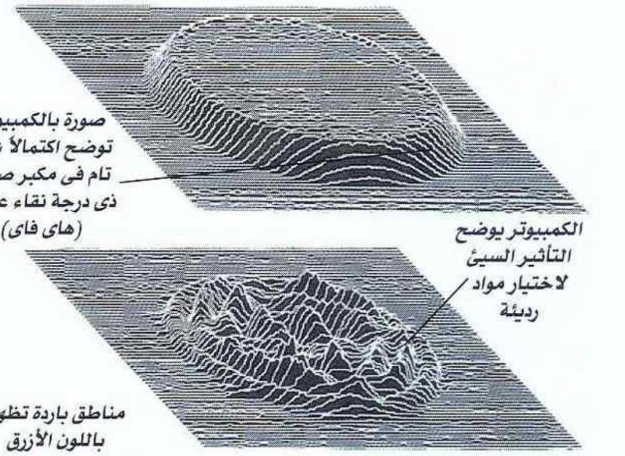




تشغيل قرص مدمج
يستخدم مشغل الأقراص (ليزر) فى حالة صلبة لقراءة المعلومات من قرص دوار. ينعكس الضوء من على طبقة من الألومنيوم داخل القرص. تغير النتوءات فى هذه الطبقة المسافة التى يقطعها الضوء؛ مما يؤدى إلى تغير بريق الضوء المنعكس. يتم الكشف عن الضوء بواسطة أربعة صمامات ثنائية ضوئية – فوتودايود (أجهزة إلكترونية حساسة للضوء) ثم يتحول إلى موسيقى. ويقوم المشغل بحفظ تركيز الليزر على المسار بواسطة ضبط رأس القراءة حتى يرى كل من الفوتودايودات نفس الكمية من الضوء.

الليزر الياقوتى

قام عالم الفيزياء الأمريكى تيودور مايمان المولود عام 1927 بإنشاء أول جهاز ليزر عام 1960. جاء ضوء الليزر من قضيب من الياقوت الأحمر، هذا الليزر يستخدم أنبوبًا يحتوى على غاز الهليوم والنيون ولذلك يعتبر أرخص بكثير. وعندما تمر الكهرباء من خلال غاز كالنيون فإن ذراتها تمتص الطاقة فيزيد نشاطها الكهربائى. وفى حال اصطدام الذرة زائدة النشاط بفوتون محمل بكمية الطاقة الصحيحة، فإنها ستطلق فوتونا مشابهًا تمامًا. وعندما تنحبس الفوتونات بالمرايا فإنها تصطدم بذرات أخرى فتطلق تلك الذرات بدورها مزيدًا من الفوتونات، وهكذا حتى يتدفق تيار من الفوتونات المتطابقة - أشعة الليزر - خلال المرآة نصف المفضضة من إحدى نهايات الأنبوبة.



صورة بالكمبيوتر توضح اكتمالاً شبه تام فى مكبر صوت ذى درجة نقاء عالية (هاى فاى)

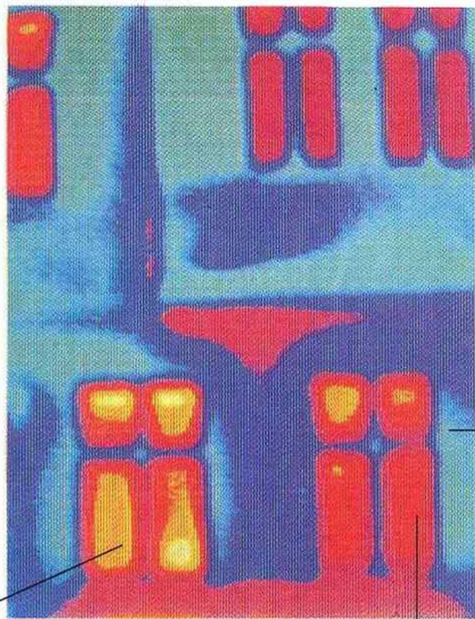
الكمبيوتر يوضح التأثير السيئ لاختيار مواد رديئة

اختبار مكبر الصوت

يساعد الضوء النقى على إنتاج صوت نقى عند اختبار الليزر لأداء تصميم مكبر صوت جديدة. فإذا أصدر ذبذبات خاصة به بدلاً من اتباع الذبذبات الموسيقية فلن يكون الصوت التى تعيد إنتاجه واقعيًا. يستطيع شعاع الليزر مسح سطح المكبر ضوئيا ليرى هل توجد تموجات صغيرة غير مطلوبة. وللقيام بذلك فإن بريق الليزر يتغير بسرعة شديدة وهو يمسح السماعة من جانب إلى آخر ومن أعلى إلى أسفل لإضاءة السطح المتحرك لمكبر الصوت. ومن طريقة تغير بريق الضوء المنعكس يمكن للإلكترونيات أن تحسب فى أى اتجاه تتحرك كل نقطة على السطح ومدى سرعتها. القياسات المطبوعة بالكمبيوتر – مثل تلك المبينة هنا ـ تساعد مهندس الصوت فى معرفة سبب أى مشكلة، وهو فى هذه الحالة اختيار مواد رديئة لصنع مكبر الصوت.

منزل مصور بالأشعة تحت الحمراء

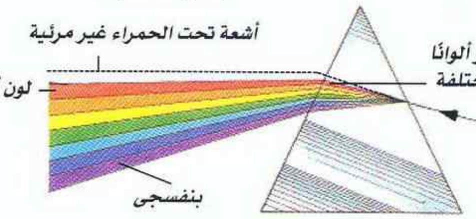
ينبعث من جميع الأشياء شكل من أشكال الإشعاع مشابه للضوء. والإشعاع الصادر من العناصر الباردة له طول موجى أكبر بكثير من الطول الموجى للضوء ولذلك فهو غير مرئى. وعندما ترتفع الحرارة ينكمش الطول الموجى حتى يظهر فى النهاية وهج أحمر؛ إذ أصبح العنصر ساخنًا لدرجة الاحمرار. ولكن قبل الوصول لهذه النقطة بكثير تأخذ الأشعة تحت الحمراء فى الظهور ولذلك فإن استخدام كاميرا تستطيع أن «ترى» الأشعة تحت الحمراء هو طريقة ذكية لتصوير درجة حرارة العناصر الباردة نوعًا. التقطت هذه الصورة بالأشعة الحمراء لمنزل، ويوضح اللون الأزرق أن الجدران باردة، بينما يشير اللون الأحمر إلى أن النوافذ دافئة كالهواء الذى بالداخل. وهى علامة أكيدة على تبدد طاقة ثمينة.



مناطق باردة تظهر باللون الأزرق

مناطق دافئة جدًا تظهر باللون الأصفر

مناطق دافئة تظهر باللون الأحمر



أشعة تحت الحمراء غير مرئية

منشور زجاجى يكسر ألوانًا مختلفة بكميات مختلفة

لون أحمر

بنفسجى

أشعة لضوء أبيض

مـا الأشـعـة تحـت الحـمـراء ؟

يخرج من المنشور الزجاجى طيف ضوئى بواسطة فصل الموجات المختلفة التى تكون الضوء الأبيض. يتضاءل الطيف الضوئى حتى يُظلم جانبا المنشور. فى عام 1800 وضع وليام هيرشل الذى كان يقوم بدراسة ضوء الشمس مقياسًا للحرارة (ترمومتر) خلف الجزء الأحمر من الطيف مباشرة، فارتفعت الحرارة موضحة أن هناك طاقة غير مرئية كانت تسقط عليه. سمى هيرشل هذه الأشعة غير المرئية بالأشعة «تحت الحمراء».

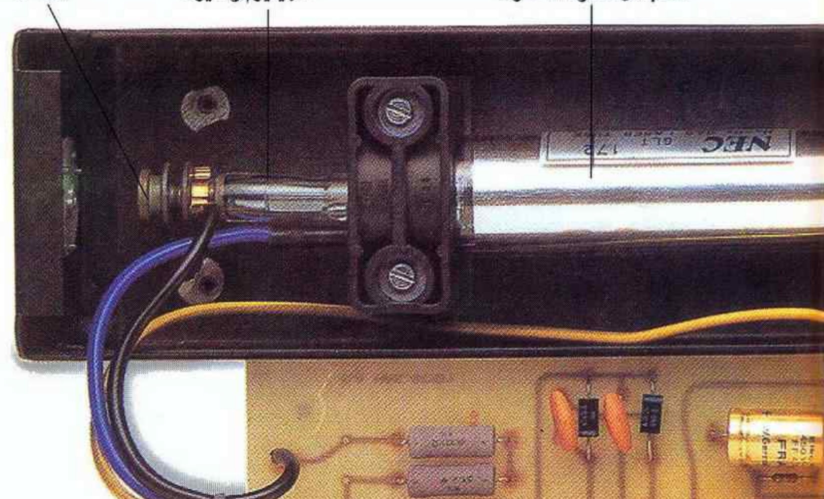




أنبوب خارجى يشكل احتياطيًا لاستبدال الغازات المفقودة

أنبوب ليزر مملوء بغاز الهيليوم والنيون

يخرج ضوء الليزر من هنا



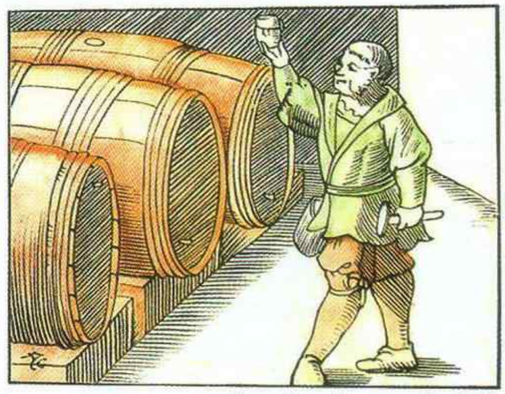
مكونات إلكترونية

جراحـة الأذن بالـلـيـزر

توجد الأجزاء التى تؤدى وظيفة الأذن فى موضع عميق داخل الجمجمة تحميها العظام الصلبة. وعندما يُصاب جزء منها بأى خلل فعلى الجراح أن يختار بين أن يقوم بإجراء عملية ويخاطر بحدوث بعض الآثار الجانبية للمريض أم يتركه دون جراحة ولكن بعجز فى السمع. لا يمكن للتكنولوجيا حل جميع المشكلات ولكن ليزر الأرجون يوفر البديل لمشرط الجراح. فالضوء الأزرق عالى القدرة ينطلق عميقًا داخل الأذن فيرى الجراح آثاره من خلال ميكروسكوب، وعلى هدى هذه الآثار يستطيع الجراح أن يذيب الأورام أو أن يعيد تشكيل العظام الدقيقة.

التكنولوجيا والطبيعة

استخدمت التكنولوجيا الكائنات المجهرية الدقيقة لآلاف السنين. فقد استفادت صناعة الخبز والتخمير من الخميرة، وهى كائنات أحادية الخلية يمكنها الحياة والتكاثر فى السوائل السكرية. وبنفس الطريقة تستطيع البكتريا أن تتكاثر فى الألبان وتحولها إلى جبن؛ إلا أن التكنولوجيا الحيوية الحديثة قد تجاوزت هذه التقنيات التقليدية؛ إذ يمكن الآن الاستفادة من التعفن لإنتاج المضادات الحيوية (ص 56) ويمكن جمعها أيضًا كمصدر من مصادر البروتين. كما أن أحد أهم التطورات التى أحرزتها التكنولوجيا هو فهم آلية الحياة، فهو يعتمد على معرفة الحمض النووى (DNA) وهو جزىء عضوى متفرد يمكن أن يتكاثر بنفسه كما أنه يتحكم فى إنتاج البروتينات. وتعد الهندسة الوراثية ـ والتى تعمد إلى تغير الحمض النووى للكائن الحى كى يتصرف بطريقة مختلفة ـ تكنولوجيا حديثة لا تزال فى طور النشأة وهى تطرح تحديات أمام العلماء.



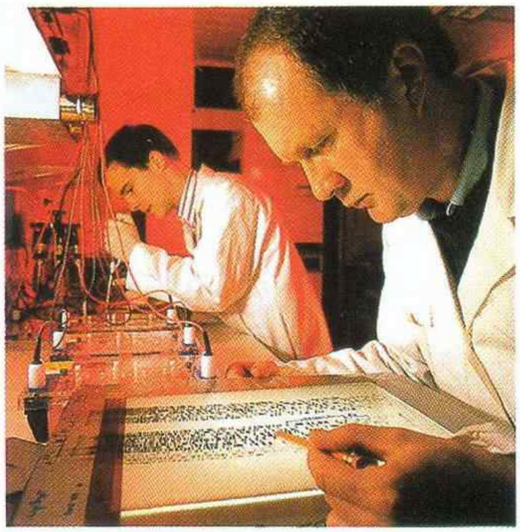
تكنولوجيا مبكرة

تعتبر عملية التخمير طريقة لحفظ العصائر والمستخلصات السكرية الأخرى النباتية، وهى تستخدم منذ آلاف السنين، وتعتمد على الخميرة وهى كائنات حية مجهرية تستطيع أن تتكاثر فى المحاليل السكرية وتحول السكريات إلى كحول وغاز ثانى أكسيد الكربون. يعمل الغاز على فوران السائل بينما يقتل الكحول فى النهاية الخميرة وأى كائنات حية أخرى تحاول أن تنمو فى السائل.



عفن مُغذى

يتناول معظم الناس أطعمة محددة لا تتغير. فالحشرات على سبيل المثال رغم أنها مغذية فإنها غير شائعة كغذاء فى معظم البلدان. إن فكرة تناول العفن قد تصدم الكثيرين ويعتبرونها عملا شاذا ولكن هذا المنتج اللذيذ المعروف باسم كورن Quorn يمكن طبخه بطرق تقليدية مثل القلى ويعد مصدرًا رائعًا للبروتين الخالى من الدهون. يصنع هذا الطعام بتنمية العفن فى أجهزة تخمر كبيرة، وبعد استخراج الماء من الشراب المتخمر يتم ضغط الطعام المفيد المتبقى فى مكعبات لتؤكل باليد.



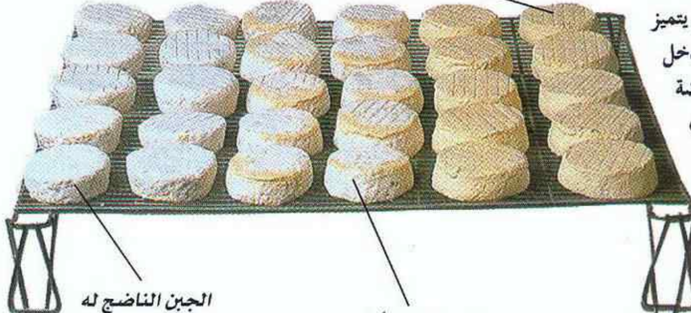
دراسة الجينات

يحمل الحمض النووى DNA الشفرة الكيميائية التى تنقل الحياة من جيل إلى جيل. والجزء المسئول عن سمة معينة يسمى الجين، ويتكون كل جين من قواعد متصلة ببعضها. تتكون كل الأشكال الحية بواسطة ترتيب نفس القواعد الأربعة بأنماط مختلفة، بالضبط مثل كتب مختلفة مكتوبة باستخدام نفس الحروف الأبجدية. وفى الوقت الحاضر يمكن رؤية الجينات فى صورة أنماط خطية مرسومة على صحن. وبذلك يستطيع العلماء دراسة ارتباط الكائنات الحية المختلفة ببعضها البعض من خلال مقارنة جيناتها.



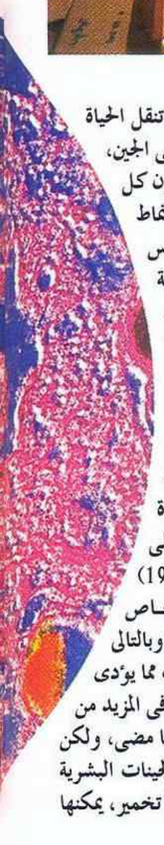
صناعة الجبن من لبن الماعز

توجد مئات الأنواع من الجبن (ص 46) يتم إنتاجها عندما تهاجم كائنات دقيقة غير مرئية تسمى البكتريا ألبان البقر والماعز والخراف. وهناك أنواع متعددة من البكتريا يمكنها أن تصنع الجبن بعض هذه الأنواع هى أقارب للكائنات الحية التى تسبب الأمراض ولكنها غير ضارة. تتغذى البكتريا على السكر الموجود فى الألبان وتحوله إلى حمض فتكون خثارة اللبن (ص 46). ولكل واحدة من تلك البكتريا نكهة خاصة تضفيها على الجبن الذى تنتجه.



عفن واقى

يرجع السبب فى معظم النكهات التى يتميز بها الجبن التقليدى إلى العفن الذى يدخل فى تصنيعها. يكون الجبن الطازج عرضة للبكتريا غير المرغوب فيها. ولكن تحت الظروف الصحيحة تستقر جراثيم العفن على الأجبان الطازجة ثم تنمو فتقتل البكتريا وتكون طبقة واقية لذيذة.



بكتريا منقذة للحياة

الأنسولين هو رسول كيميائى يتحكم فى مخزون السكر فى أجسامنا، ويفرزه البنكرياس وهو عن غدة أسفل البطن. وقد اكتشف الأنسولين عام 1921 على يد عالمين كنديين هما فريدريك بانتنج (1891–1941) وتشارلز بست (1899–1978). بعض الأشخاص يعجزون عن تكوين الأنسولين الكافى فى أجسامهم، وبالتالى تزداد نسبة الجلوكوز فى دمائهم بعد تناول الوجبات مما يؤدى إلى حدوث أضرار صحية. يكمن حل هذه المشكلة فى المزيد من الأنسولين. كان الأنسولين يستخرج من الخنازير فيما مضى، ولكن البكتريا الآن تنتج أنسولينًا كاملاً عن طريق ربط الجينات البشرية بحمضها النووى DNA. وبتربية البكتريا فى أجهزة تخمير، يمكنها إنتاج الأنسولين الحيوى بكميات كبيرة.

الاستنبات فى الأنابيب

رغم أن مهندسى الجينات يمكنهم التعرف على الجينات والتحكم فيها فإنهم لا يستطيعون حتى الآن تصميم أو صنع هذه الجينات. إن العالم الطبيعى هو الذى يمد التكنولوجيا الحيوية بالمادة الخام. ولكن بسبب تدمير الأنشطة الإنسانية للبيئة الطبيعية، فإن العديد من المنظمات تقوم الآن ببناء بنوك جينية يمكن بداخلها حفظ الخصائص الفريدة للنباتات والحيوانات كى تستخدم عندما يتعرض حاملو هذه الجينات للانقراض. وتعتبر البذور شكلاً واضحًا لعملية تخزين الجينات، ولكن النباتات الحية تعتبر بيئة أكثر أمانًا. ويمكن زراعة بذور زهور الأوركيد المهددة بالانقراض فى أنابيب الاختبار ويتم التعامل معها تقريبًا بنفس طريقة التعامل مع أطفال الأنابيب (ص 57).



التعـرف علـى البـذور

على عكس النباتات الأخرى تطلق زهور الأوركيد براعمها فى العالم بدون إمداد غذائى معد مسبقًا وملفوف فى بذورها. فى الطبيعة، لا يستطيع جنين الأوركيد الدقيق الموجود بداخل كل بذرة النمو دون مساعدة فطر معين يوفر له المزيد من التغذية. ولضمان استمرار الحياة لجينات تلك الأنواع المهددة بالانقراض، فقد استخدمت تقنيات من شأنها أن توفر أو تستبدل هذا الفطر. يظهر هنا تكبير ضخم حوالى 1,000 مرة يساعد على التعرف على البذور.



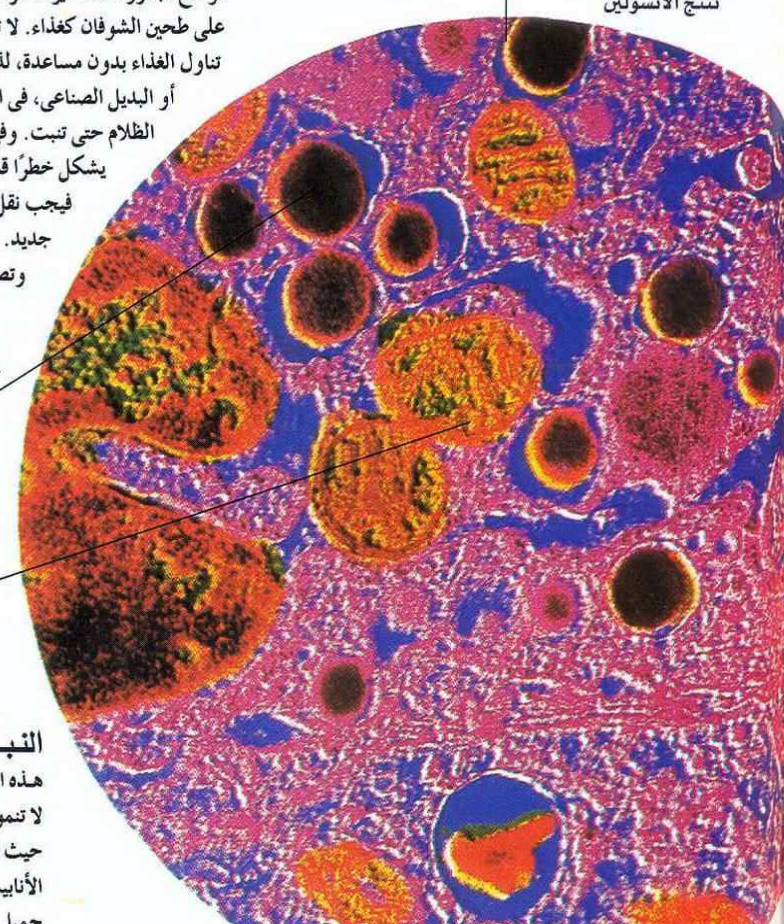
النمـو فـى الجيلـى

عندما تكبر النباتات يمكن نقلها إلى برطمانات. وبعد عدة أشهر أخرى يصبح الأوركيد كبيرا بدرجة تسمح بنقله إلى الإصيص والتعامل معه بأساليب البستنة العادية. كل خلية من ملايين الخلايا فى النبات الناضج تحتوى على نسخة من الجينات الأصلية للجنين مما يزيد بشدة من فرص الجينات فى الحياة.



إلقـاء البـذرة

توضع البذور الجافة غير المثمرة فى طبق به مادة هلامية يحتوى على طحين الشوفان كغذاء. لا تستطيع زهرة الأوركيد الوليدة تناول الغذاء بدون مساعدة، لذا يجب إضافة الفطر المناسب، أو البديل الصناعى، فى الطبق، ويتم حفظ البذور فى الظلام حتى تنبت. وفى حالة تبين أن الفطر المستخدم يشكل خطرًا قد يقضى على النبات الصغير، فيجب نقل النبات على الفور إلى وعاء جديد. بعد عدة أشهر تنمو النباتات وتصل للحجم الذى يظهر هنا.





النبـات الكامـل

هـذه الأوركيـدة الزرقـاء الجميلـة Vanda caerulea لا تنمو إلا فى الدول الاستوائية كدول جنوب شرق آسيا، حيث الخطر الذى يهدد حياتها. وعن طريق الاستنبات فى الأنابيب فإن البذرة التى لا تكاد تُرى تحولت إلى نبات جميل يعيش كى يحمل ميراثه الجينى الفريد إلى المستقبل.

التطلـع إلـى المسـتقبـل



الجندى العالمى

لا يعرف الخيال العلمى أبدًا حدودًا للتغيير. فهذا المشهد من فيلم الجندى العالمى (1992) Universal soldier يتوقع المستقبل الذى سيكون فيه الجسم البشرى مجرد مكون واحد من مكونات آلة.

على مدار التاريخ الإنسانى، لم تف التكنولوجيا إلا ببعض احتياجاتنا البسيطة بطرق بسيطة. ولكن خلال المائتى عام الماضية ومع ظهور المحركات الحرارية التى تعمل بالفحم والنفط (ص 36–37) أصبحت التكنولوجيا قوة مسيطرة. وتعد الآلات والوسائل الحديثة مصدر سعادة ورضا بالنسبة لكثير من الناس، بينما يرى أناس آخرون أن حياتهم المعتادة قد أصابها الدمار. ولكن، ربما لا تستطيع التكنولوجيا فى المستقبل المحافظة على نفس معدل تطورها الحالى بسبب تأثيرها المدمر على العالم الطبيعى واعتمادها على مصادر طاقة من وقود غير متجدد. وقد بدأت الحكومات فى مناقشة هذه المشكلة، بينما يبذل العلماء والمهندسون جهودًا كبيرة للوصول إلى تكنولوجيا أكثر نظافة وأكثر أمنًا. واليوم تعطى الحكومات والهيئات أولوية قصوى للأبحاث المتعلقة بمصادر طاقة جديدة، كما أصبح إعادة تصنيع العديد من المواد مسألة روتينية، ولا يزال العمل مستمرًا على إيجاد تكنولوجيا تناسب الدول الأكثر فقرًا. كل هذه الأمور يمكن أن تقدم المساعدة رغم أن الأناس العاديين ربما يحتاجون إلى تغيير توقعاتهم. إن قدرتنا الفريدة على إخضاع العالم لإرادتنا يمكن أن تجعل الحياة أسوأ وليست أفضل.



شاحن توربينى من السيراميك

هذا جزء من شاحن توربينى لسيارة وهو جهاز يزيد من قدرة المحرك. والمكون الجديد مصنوع من الفخار (السيراميك) وهو أحد أقدم المواد التى نستخدمها (ص 8). ويبذل العلماء المزيد من الجهد لتقليل هشاشة السيراميك حتى يمكن استخدامه لعمل محركات أكثر كفاءة.

بـرك الأوحـال

يتسبب الناس فى وجود الفضلات والتى قد تلوث البيئة ما لم تعالج بطريقة صحيحة. هذه المحطة لمعالجة الأوحال تستخدم الفقاقيع الهوائية للعمل على سرعة تحلل فضلات الإنسان باستخدام الكائنات المجهرية الدقيقة. تعمل البكتيريا المضافة إلى هذه النفايات على استهلاك الأجسام الصلبة غير المرغوب فيها مخلفة زبدًا يستقر فى القاع. وبهذا تعود المياه المتبقية للنهر مرة أخرى بطريقة آمنة.



إعـادة تصنيـع المــواد

يحتاج استخراج المعادن إلى طاقة. الورق يأتى من الأشجار التى تنمو ببطء. والمياه تأتى من مصدر ثابت هو المطر. والبلاستيك والوقود يأتيان من النفط الذى لا يمكن استبداله. وبإعادة تصنيع هذه المواد فإنه يمكن استخدامها دون أى جهد زائد على المصادر الطبيعية. فعلى سبيل المثال يتطلب الحصول على مادة الألومنيوم من العلب المستعملة طاقة أقل بكثير من الطاقة المستخدمة فى استخراجه من المادة الخام. وكثير من المنتجات الجديدة الآن تصنع من المواد المعاد تصنيعها.



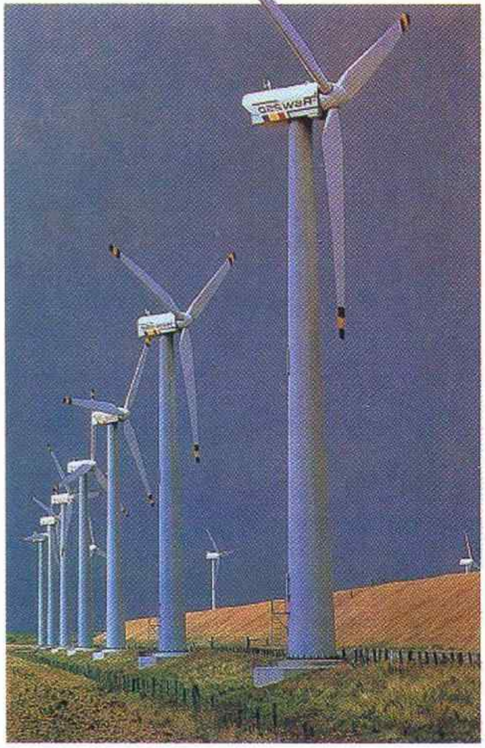
التجميـع المـريـح

تتمثل مشكلة إعادة تصنيع المنتجات الاستهلاكية كالمعلبات أوالجرائد أو الملابس فى أنها تستهلك طاقة لتجميع المنتجات معًا بعد توزيعها. فلن يشعر الناس بأن هناك قيمة كبيرة لبنك المعلبات إذا ما احتاجوا إلى السير لمسافات طويلة لمجرد تسليم عدد قليل من العلب؛ فذلك يضطرهم إلى استهلاك وقودًا أكثر مما يستخدم فى صناعة العلب من المادة الخام. ولهذا يكمن سر إعادة التصنيع فى السماح للمستهلكين بالتخلص من هذه الفضلات فى نقطة مركزية أثناء أعمالهم الروتينية كالتسوق مثلا حتى لا يستهلكوا مزيدًا من الوقود. كل واحدة من هذه البالات تحتوى على آلاف العلب المجمعة بهذه الطريقة.



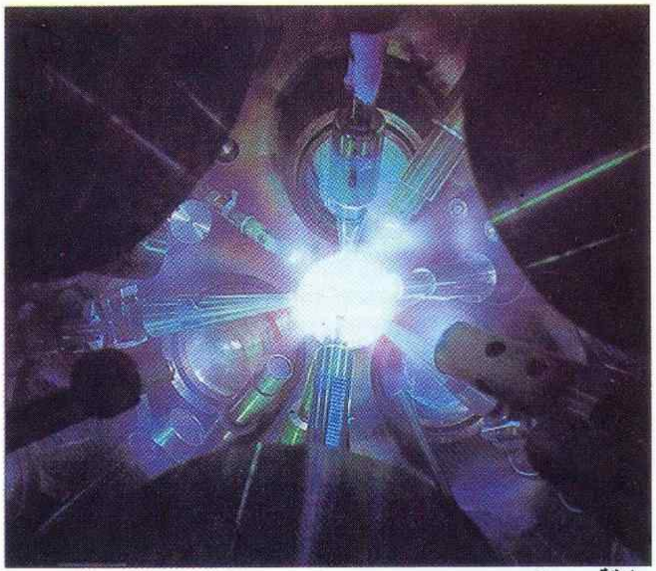
دورة الألـومنيـوم

تذهب العلب المجمعة إلى التجار الذين يضغطونها ويحولونها إلى بالات تباع إلى محطات إعادة التصنيع. وهنالك يبشر المعدن إلى قطع صغيرة وتزال ألوانه بواسطة الهواء الساخن. تأتى بعض هذه الحرارة من عملية احتراق الغازات المنبعثة من الألوان المنصهرة. وبالمرور خلال جهاز فصل مغناطيسى لإزالة أى أجزاء من الفولاذ، يغمر المعدن فى حوض من الألومنيوم المصهور فى فرن عالى. بعد استخراج الشوائب يتم صب المصهور فى قالب ضخم، وعندما يبرد يكون جاهزًا لتحويله إلى صفائح الألومنيوم التى تستخدم فى صناعة المعلبات.



حصـــاد الريـــاح

مصدر الطاقة الوحيد الذى لا ينضب هو الشمس. فبعض هذه الطاقة الشمسية تشكل طاقة الهواء المتحرك عن طريق تسخين الغلاف الجوى بطريقة غير متساوية مما يؤدى لاختلاف الضغط الجوى. وعن طريق ما يعرف بمزارع الرياح يمكن تحويل ذلك إلى طاقة كهربائية. وتوربينات مزارع الرياح هذه هى نماذج جديدة من طواحين الهواء التى كانت مستخدمة لعدة قرون قبل التفكير فى الكهرباء. لا تسبب طاقة الرياح أى تلوث كيميائى ولكن التوربينات يمكن أن تكون مزعجة وتؤدى إلى تغيير شكل المنظر الطبيعى، كما أن الأمر يتطلب مساحة كبيرة من مزرعة الرياح لتوليد كمية قليلة من الكهرباء. وحتى لو استخدمت كل المواقع المناسبة فى الولايات المتحدة فإنها لن تولد أكثر من 10٪ من الطلب الحالى؛ لذا فإن ترشيد الطاقة هو أحد حلول هذه المشكلة.

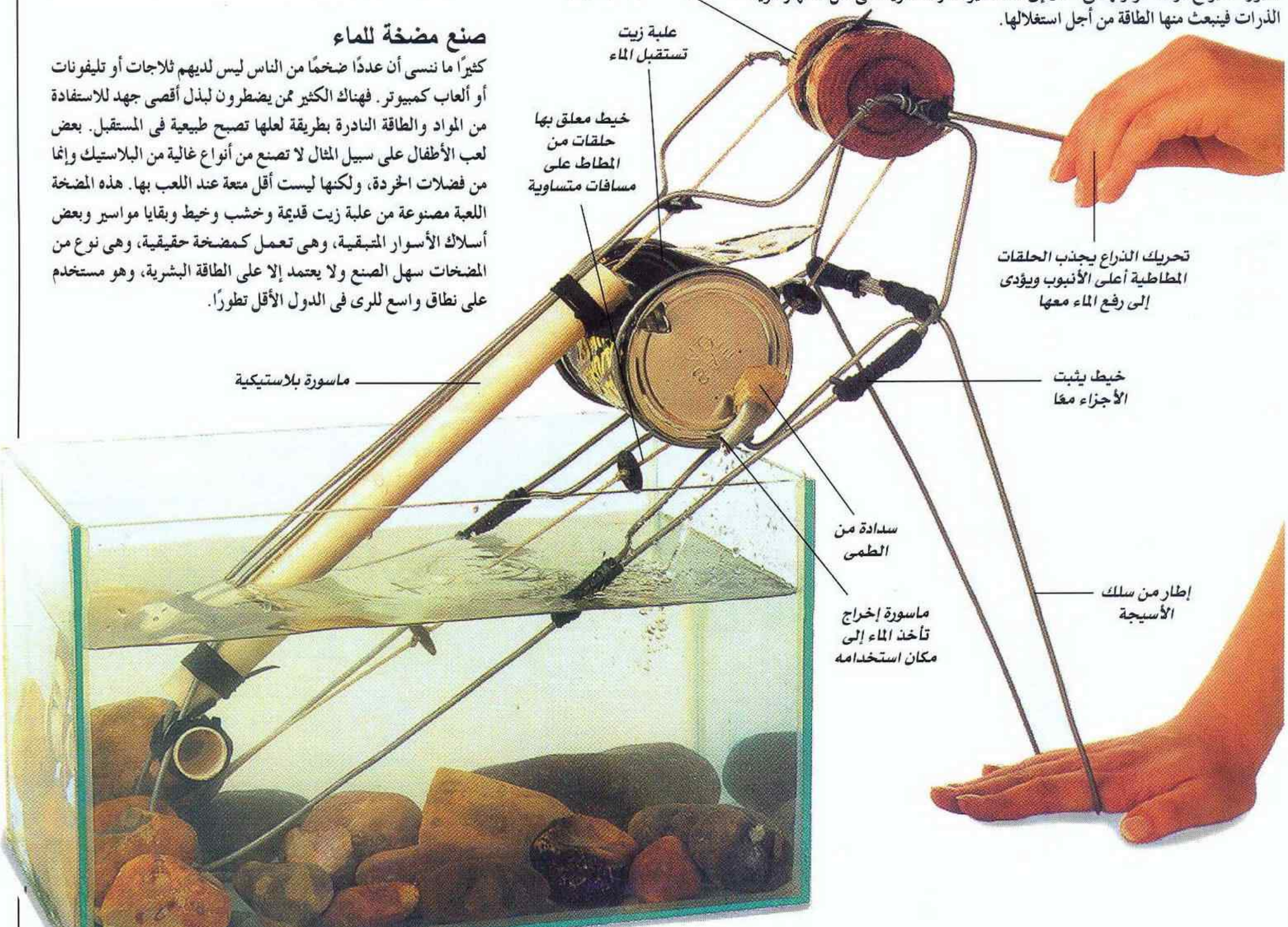


طاقة من الهيدروجين

يحاول العلماء منذ عدة سنوات السيطرة على طاقة القنبلة الهيدروجينية، ولوحدث ذلك فسوف يمكننا الحصول على طاقة لا نهائية تقريبًا من الماء الذى يحتوى على الأنواع الضرورية من ذرات الهيدروجين «الثقيلة»، وهى الديوتريوم والتريتيوم. هنا يحاول العلماء تفجير كرة مدمجة من هذه المواد باستخدام طاقة قدرها بليونا كيلووات من أشعة الليزر؛ مما يرفع درجة حرارتها فى الحال إلى 100 مليون درجة مئوية على أمل انصهار أنوية الذرات فينبعث منها الطاقة من أجل استغلالها.

صنع مضخة للماء

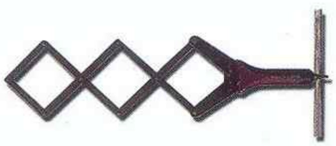
كثيرًا ما ننسى أن عددًا ضخمًا من الناس ليس لديهم ثلاجات أو تليفونات أو ألعاب كمبيوتر. فهناك الكثير ممن يضطرون لبذل أقصى جهد للاستفادة من المواد والطاقة النادرة بطريقة لعلها تصبح طبيعية فى المستقبل. بعض لعب الأطفال على سبيل المثال لا تصنع من أنواع غالية من البلاستيك وإنما من فضلات الخردة، ولكنها ليست أقل متعة عند اللعب بها. هذه المضخة اللعبة مصنوعة من علبة زيت قديمة وخشب وخيط وبقايا مواسير وبعض أسلاك الأسوار المتبقية، وهى تعمل كمضخة حقيقية، وهى نوع من المضخات سهل الصنع ولا يعتمد إلا على الطاقة البشرية، وهو مستخدم على نطاق واسع للرى فى الدول الأقل تطورًا.

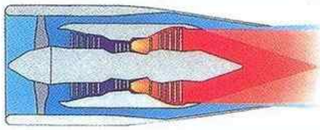


الكشــاف

مشاهـدات علميـة

عصير الكتب




التكنولوجيا

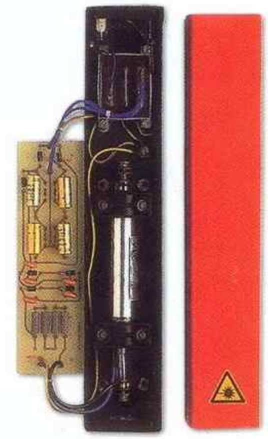



بين يديك دليل رائع غنى بالصور والرسوم الملونة والحقائق المذهلة، كما يزخر بالمعلومات التى تستعرض شتى جوانب التكنولوجيا؛ من العصور القديمة وحتى أحدث التطورات فى مجال التصميم بالكمبيوتر.
ويقدم لك الكتاب من خلال الصور الفوتوغرافية والرسوم البيانية لوحة ثرية بالأدوات والآلات والأنظمة التى ساهمت فى تشكيل ملامح عالمنا المعاصر.

شاهد

كيف تقاس قوة المواد المختلفة • بناء الجسر المعلق • كيف تجرى جراحات «ثقب المفتاح» • ماذا يأكل رواد الفضاء خلال رحلاتهم • كيف تغير شكل زجاجات اللبن





تعلم

أى المواد ينجذب وأيها يندفع • كيف تحول المحركات الحرارة إلى حركة • كيف تحلق الطائرة • كيف تصنع القهوة سريعة التحضير • كيف يصنع لسان حلقة السحب

اكتشف

سبب تصنيف الزجاج ضمن السوائل • الفارق بين المخترعين والمصممين • مادة صنع الأسطوانات المدمجة وطريقة عمل مشغل الأسطوانات • كيف يساعد العلم فى حماية أنواع النباتات المهددة بالانقراض

وغير ذلك الكثير والكثير





نهضة مصر
للطباعة والنشر والتوزيع